ODICALS
SITY DEPOSITORY
SHL
WITHDRAWN
University of London
DEPOSITORY LIBRARY
EGHAM
H207/7

PSYCHOLOGICAL LABORATORY LONDON

PSYCHOLOGISCHE STUDIEN

HERAUSGEGEBEN VON

WILHELM WUNDT

NEUE FOLGE DER PHILOSOPHISCHEN STUDIEN

I. BAND

MIT 2 TAFELN UND 68 FIGUREN IM TEXT

LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN
1906

BF 3

Inhalt des ersten Bandes.

1. Heft.

Seite

Vorwort des Herausgebers 1

Beiträge zur Gedächtnisforschung. Mit Tafel I und II und 6 Figuren im Text. Von Fr. Reuther 4

Kleine Mitteilungen: Ein neuer Kehltonschreiber. Von F. Krueger und W. Wirth. (Mit 2 Fig.) Kymographion mit ebener Schreibfläche. Von F. Krueger. (Mit 1 Fig.) 103

2. Heft.

Die Farbenkurve bei Reduktion auf gleiche Helligkeiten. Mit 8 Figuren im Text. Von Arthur Mitzscherling 107

Bewußtseinsumfang für regelmäßig gegliederte Gesamtvorstellungen. Mit 5 Figuren im Text. Von Johannes Quandt 137

Kleine Mitteilungen: »Über den Begriff des Glücks«: Darwinismus contra Energetik. Von W. Wundt. 173

3. und 4. Heft.

Reaktionen auf Schalleindrücke, nach der Methode der Häufigkeitskurven bearbeitet. Mit 21 Figuren im Text. Von Robert Bergemann 179

Über die Wahrnehmbarkeit plötzlicher Druckänderungen. Mit 1 Figur im Text. Von Stanislaus Kobyłecki 219

5. und 6. Heft.

Die Theorie der Konsonanz. I. Eine psychologische Auseinandersetzung vornehmlich mit C. Stumpf und Th. Lipps. Mit 2 Figuren im Text. Von Felix Krueger 305

Die Normaltäuschungen in der Lagewahrnehmung. Mit 21 Figuren im Text. Von C. Spearman 388

Kleine Mitteilungen: Die dioptrischen Metamorphopsien und ihre Ausgleichung. Mit 1 Figur im Text. Von W. Wundt 494

KING'S COLLEGE
PSYCHOLOGICAL
LABORATORY
LONDON

Vorwort des Herausgebers.

Als im Februar 1903 das letzte Heft der »Philosophischen Studien« in die Welt ging, bemerkte ich in dem Schlußworte zu dem zuletzt ausgegebenen achtzehnten Bande, die Motive, denen dereinst der Titel »Philosophische Studien« trotz des ganz überwiegend psychologischen Inhalts der in ihnen vereinigten Arbeiten seinen Ursprung verdankte, seien eigentlich längst hinfällig geworden, und der andere Titel »Psychologische Studien« würde daher der adäquatere gewesen sein. Wenn diese neue Folge des vor zwei Jahren abgeschlossenen Unternehmens nun wirklich den Titel »Psychologische Studien« trägt, so bedarf daher diese Namensänderung wohl keiner weiteren Rechtfertigung. Die Tendenz dieser Hefte ist damit keine andere geworden. Sie wollen, wie dies schon im Dezember 1882 das Schlußwort zum ersten Bande aussprach, »keinen Sprechsaal eröffnen, in welchem die Vertreter aller möglichen und unmöglichen philosophischen Standpunkte nach Herzenslust ihre Stimmen erheben können, sondern sie wollen diese Aufgabe den philosophischen und psychologischen Zeitschriften überlassen, zu denen die vorliegenden zwanglos erscheinenden Hefte nicht gerechnet werden möchten«. Diese werden auch fernerhin »ihr erstes Augenmerk auf den Ausbau der experimentellen Psychologie richten, weil dieses Gebiet nach meiner Überzeugung zunächst am meisten einer exakten Bearbeitung fähig und bedürftig ist. Sie werden aber außerdem Streifzüge in andere Teile der Philosophie, besonders der Erkenntnistheorie und der Theorie der Wissenschaften unternehmen, und sie behalten es sich vor, dazu nach Bedürfnis und Interesse noch weitere Gebiete hinzuzufügen.« (Philosophische Studien, Bd. 1, S. 615 ff.)

Wenn diese unverändert gebliebene Tendenz heute keiner näheren Motivierung mehr bedarf, so sind nun aber in den Worten jenes Programms vom Jahre 1882, die ich oben angeführt habe, auch

schon die Gründe angedeutet, die mich veranlassen, das vor zwei Jahren abgeschlossene Unternehmen wieder aufzunehmen. Jene Mannigfaltigkeit der psychologischen Strömungen, die es mir dereinst wünschenswert erscheinen ließ, der in den Arbeiten des Leipziger psychologischen Instituts vertretenen Richtung eine Stätte zu bereiten, sie hat nicht ab-, sondern vielleicht eher zugenommen. Das Programm dieser Richtung, das einer vorurteilslosen, die Hilfsmittel der naturwissenschaftlichen Methodik in möglichst umfassendem Maße verwertenden, und dabei zugleich der Selbständigkeit der psychologischen Aufgaben überall Rechnung tragenden Forschung, dieses Programm ist heute kein anderes wie ehedem. Nur die Ausführung desselben wird insofern eine veränderte sein, als diese Studien in Zukunft ausschließlich zur Publikation von Arbeiten aus dem psychologischen Institut zu Leipzig bestimmt sind, da die psychologischen Zeitschriften, die seit dem Beginn der ersten Serie dieser Studien ins Leben getreten sind, namentlich das »Archiv für die gesamte Psychologie«, zu dessen Mitarbeitern sich der Unterzeichnete auch künftig zählen wird, nunmehr für die Veröffentlichung psychologischer und insbesondere auch experimenteller Unterschungen zureichenden Raum bieten.

Dies führt mich zugleich auf ein weiteres Motiv, das für die Sonderausgabe dieser Arbeiten bestimmend geworden ist. Nicht bloß die Mannigfaltigkeit der Richtungen, auch die der psychologischen Aufgaben hat zugenommen; und namentlich ist die Tendenz nach praktischer Verwertung der von der experimentellen Psychologie gepflegten Methoden bei den Psychologen selbst und bei den Vertretern angrenzender Gebiete immer mächtiger geworden. Das »Archiv für die gesamte Psychologie«, bei dem sich diese »Studien« während der zwei letzten Jahre eines dankbar benutzten Gastrechts erfreuten, hat sich dieser praktischen Tendenz nicht entziehen können. Es hat sich mehr und mehr in ein Archiv für reine und angewandte Psychologie umgewandelt, welches durch möglichst umfassende Sammelreferate über die verschiedenen Teile der Psychologie allen, die sich für die Psychologie und ihre Verzweigungen interessieren, nützlich zu werden sucht, in den selbständigen Abhandlungen aber neben der experimentellen besonders auch der pädagogischen Psychologie seine Pflege widmet. Das »Archiv« ist, indem es diese Wendung vollzog, lediglich einem Drang

der Zeit gefolgt, und es wird diesem ihm aus einer inneren Nötigung entsprungenen Zweck um so besser gerecht werden können, je ungestörter es seinen auf eine innigere Verbindung von Theorie und Praxis ausgehenden Bestrebungen nachzugehen vermag. Im selben Maße macht sich aber zugleich das Bedürfnis geltend, der Pflege der experimentellen Psychologie in jenem rein theoretischen Interesse, dem die »Philosophischen Studien« zu dienen versucht hatten, wieder eine Stätte zu schaffen. So erscheint mir die Wiederaufnahme des vor zwei Jahren unterbrochenen Unternehmens heute als ein Gebot derselben inneren Notwendigkeit, die in der Scheidung der mehr praktisch gerichteten und der rein theoretischen Tendenzen innerhalb der Psychologie ihren Ausdruck gefunden hat. Beide, das »Archiv für die gesamte Psychologie« und die »Psychologischen Studien«, werden, wie ich glaube, den Sonderaufgaben, die sie sich gestellt, und darum schließlich auch der Gesamtaufgabe der Psychologie besser dienen, wenn sie selbständig ihre Wege gehen. Diesen Studien aber wünsche ich, daß sie die alten Freunde wiederfinden und der Psychologie neue gewinnen mögen.

Leipzig, im Dezember 1904.

W. Wundt.

Beiträge zur Gedächtnisforschung.

Von

Fritz Reuther.

Mit Tafel I und II und 6 Figuren im Text.

1. Kapitel.
Problemstellung und methodische Grundlegung.

§ 1.
Einleitende Begriffsumgrenzungen.

Der Begriff des Gedächtnisses ist aus dem Sprachgebrauch der naiven Betrachtungsweise psychischer Phänomene in den begrifflichen Grundstock der Vermögenspsychologie und aus dieser in die explikative Behandlung der Psychologie übernommen worden und trägt als solcher den Stempel der Unbestimmtheit, welcher Überbleibseln dieser Herkunft anzuhaften pflegt. Und doch wird seiner die Psychologie zum Zwecke der Verständigung nicht entraten können, wenn er auch, wie wir zeigen werden, lediglich die Bedeutung eines Sammelnamens für psychische Erscheinungen hat, welche zwar längst schon psychologisch gesondert definiert sind, aber als denselben Gesetzen untertan eines zusammenfassenden Begriffs bedürfen. Aufgabe der Wissenschaft ist es, den Gedächtnisbegriff aus seiner Verquickung mit fremdartigen, besonders logischen Gesichtspunkten zu lösen und durch Aufzeigung der allen durch ihn definierten psychischen Erscheinungen gemeinsamen Gesetze die Berechtigung seiner Beibehaltung zu erweisen.

Zwei Tatsachen sind es vornehmlich, die bei allen Gedächtniserscheinungen in der üblichen Weite dieses Begriffs selbständig hervortreten und frühe schon eine Sonderung der Phänomene eintreten

lassen, nämlich — grob sinnlich gesprochen — die Aufnahme eines Inhaltes ins Gedächtnis, das sogenannte Erlernen, und das Aufbewahren oder Behalten desselben, auf welches uns eine spätere Gedächtnisleistung zurückschließen läßt; wir scheiden also die Apperzeption von der aus ihr resultierenden psychischen Disposition zu einer Reproduktion oder Wiedererkennung des früher Apperzipierten. Auch diese psychische Disposition ist lediglich ein Postulat, zu welchem uns der durch die Reproduktion oder Wiedererkennung bezeichnete Effekt berechtigt. Hinsichtlich der Apperzeption verlangt nun bereits die psychologische Fundierung der Begriffe eine nicht unbedeutende Erweiterung des — wenn wir so sagen dürfen — trivialen Gedächtnisbegriffs. Derselbe zeigt nämlich eine ähnliche Enge, wie sie ursprünglich dem Assoziationsbegriff in seiner Beschränkung auf die Ideenassoziation eigen war. Während nämlich der Laie meist nur ein Gedächtnis für Vorstellungen, Begriffe und deren Verbindungen zu kennen pflegt, hat die Psychologie den Gedächtnisbegriff auch auf Gefühlsinhalte, Affekte und Willensvorgänge auszudehnen. Als weitere Beschränkung enthält der gebräuchliche Begriff einer gedächtnismäßigen Einprägung als Voraussetzung vielfach ein Willensmoment, insofern es nur dasjenige dem Gedächtnis einzuprägen gilt, auf dessen Aneignung bewußt der Wille gerichtet ist. Für die Psychologie aber kommt dieses Moment in Wegfall, denn weitaus die meisten Bewußtseinsinhalte, die wir später durch Reproduktion zu erneuern oder als schon dagewesen wiederzuerkennen vermögen, entsprechen Eindrücken, welche wir, ohne unsere Aufmerksamkeit willkürlich darauf einzustellen, aufgenommen haben. Der Begriff der Perzeption, auf welche sich ein großer Teil der Gedächtniserscheinungen gründet, ist frei von diesem Willensmoment, und gibt so einen Ausblick in die umfassende Bedeutung und Weite des psychologischen Gedächtnisbegriffs. Denn bei dieser Umgrenzung des Begriffs der gedächtnismäßigen Aufnahme bildet schließlich jede Sinneswahrnehmung und jede durch sie ausgelöste Gefühlsregung, mögen sie isoliert oder in größeren Komplexen auftreten, ein Gedächtnisobjekt, insofern sie psychische Dispositionen hinterlassen, mögen diese nun stark genug oder zu schwach zu einer späteren Realisierung sein.

Auch der Begriff des im Gedächtnis Behaltens oder der durch die Apperzeption geschaffenen psychischen Disposition bedarf einer

schärferen Umgrenzung nicht so sehr seinem vulgären als seinem Gebrauch in der wissenschaftlichen Literatur gegenüber. Man beschränkt nämlich diesen Begriff teils offen, teils ohne es besonders auszusprechen, auf diejenigen Dispositionen, welche eine spätere selbständige Reproduktion ermöglichen, schließt also mit andern Worten die Tatsachen des Wiedererkennens, einer bloß assimilativen Tätigkeit ohne selbständige Reproduktion, von dem Gebiete der Gedächtniserscheinungen aus. Und doch untersteht die Wiedererkennung, wie wir zu zeigen gedenken, denselben Gesetzen, welche man bisher für die selbständige Reproduktion psychischer Inhalte hat ermitteln können, und ist darum dieser als Gedächtniserscheinung an die Seite zu stellen. Übrigens pflegt man trotz jener Einschränkung Abhandlungen wie die von Wolfe, welche sich mit dem reinen Wiedererkennen einfacher Sinneseindrücke beschäftigen, den sonstigen auf Reproduktion gegründeten Untersuchungen über das Gedächtnis zuzuzählen, womit man indirekt selbst zugesteht, daß auch in der Wiedererkennung eine Gedächtniserscheinung zu sehen ist.

Nach diesen Vorbemerkungen suchen wir das Gebiet der Gedächtniserscheinungen durch folgende Definition klar zu umgrenzen: Die Gedächtniserscheinungen umfassen alle diejenigen psychischen Verläufe, in welchen einfache oder komplexe Bewußtseinsinhalte kürzere oder längere Zeit nach ihrem ersten oder wiederholten Auftreten, welche aber unter ein gewisses Minimum nicht herabsinken darf[1]), entweder unverändert oder zum Teil verändert willkürlich oder unwillkürlich reproduziert oder bei ihrem erneuten Auftreten als schon bewußt gewesen wiedererkannt werden. Wir fassen also die Tatsachen der Erinnerung und der Wiedererkennung in dem Begriff der Gedächtniserscheinungen zusammen. Unter einer Wiedererkennung verstehen wir dabei das Resultat einer durch einen Sinneseindruck veranlaßten Assimilation von Elementen, welche einem dem neuen in gewisser Hinsicht gleichen primären Eindruck aus der Vergangenheit angehören. Das spezifische Merkmal der Wiedererkennung, welches sie von einer gewöhnlichen Assimilation unterscheidet, ist das Bekanntheitsgefühl, ein Gefühlskomplex, dessen Komponenten zum Teil von den auch beim primären Eindruck vorhanden gewesenen Bewußtseins-

[1]) Vgl. S. 7.

elementen herrühren, zum andern Teil aber, wie wir später ausführen werden, den Vollzug des Urteils der Bekanntheit zu begleiten bzw. aus ihm zu resultieren scheinen. Je nach dem zeitlichen Verlauf des Assimilationsvorganges, auf welchen nicht assimilierbare Elemente des primären Eindrucks verzögernd einzuwirken pflegen, kann sich die Wiedererkennung als simultane oder als sukzessive Assoziation vollziehen. Im Gegensatz hierzu hat die Erinnerung eine Reproduktion zur Voraussetzung, welche einen von der die Erinnerung verursachenden Wahrnehmung verschiedenen, völlig selbständigen Bewußtseinsinhalt zur Folge hat. Die Erinnerung ist sonach stets ein sukzessiver Vorgang, und zwar tritt sie dann ein, wenn die nicht assimilierbaren Elemente des korrespondierenden primären Eindrucks so fremdartig und stark sind, daß sie sich zu einem neuen Bewußtseinsinhalte, dem reproduzierten Gebilde, zusammenschließen. Die Erinnerung zerfällt, je nachdem sie spontan oder willkürlich eintritt, in passive und in aktive Erinnerung, welch letztere man auch willkürliche oder freie Reproduktion genannt hat. Es ist bekannt, daß man früher dem Gedächtnis nur die aktive Erinnerung zuzuschreiben pflegte, eine Beschränkung des Gedächtnisbegriffs, die sich noch heute in der Ausschließung der Wiedererkennungsvorgänge aus dem Gebiet der Gedächtniserscheinungen äußert. Es soll schließlich nicht unerwähnt bleiben, daß sich häufig Wiedererkennung und Erinnerung zu einem psychischen Verlauf kombinieren.

Von den Gedächtniserscheinungen ist die Tatsache des »unmittelbaren Behaltens«[1]) wohl zu unterscheiden, welches nicht so sehr für die Gedächtniserscheinungen als für die Frage nach dem Umfang des Bewußtseins von Wichtigkeit ist. Ein unmittelbares Behalten liegt nämlich dann vor, wenn ein Sinneseindruck unmittelbar nach seiner Apperzeption kraft seiner »physiologischen Nachwirkung« reproduziert oder wiedererkannt wird. In diesem Sinne ist auch in der oben gegebenen Begriffsbestimmung die Begrenzung der zwischen Apperzeption und Reproduktion oder Wiedererkennung verfließenden Zeit durch ein Minimum zu verstehen. Gedächtniserscheinungen liegen demnach nur dann vor, wenn die Zwischenzeit gleich oder größer ist als dasjenige Zeitintervall, welches zum Verklingen der physiologischen

[1]) E. Meumann, Über Ökonomie und Technik des Lernens. Leipzig 1903, S. 65.

Nachwirkung der Apperzeption nötig ist. Es ist aber zu beachten, daß bei der Verwendung von Reihen sinnloser Silben, Zahlen usw. zum Gedächtnismaterial die Forderung einer gewissen minimalen Länge der Zwischenzeit dadurch illusorisch wird, daß die folgenden Reihenglieder die ersten und bei einer unmittelbar der Apperzeption folgenden Reproduktion oder Vorzeigung der Reihe die ersten reproduzierten oder vergleichsweise dargebotenen Glieder die zuletzt apperzipierten gleichsam überdecken werden, so daß bei Reihen von einer gewissen Länge an ein unmittelbares Behalten überhaupt nicht mehr in Betracht kommt. Übrigens soll mit der Trennung der Gedächtniserscheinungen von den Tatsachen des unmittelbaren Behaltens nicht gesagt sein, daß beide Phänomene eine gemeinsame Behandlung ausschließen und nichts miteinander zu tun haben. Es ist im Gegenteil zu erwarten, daß zwischen den Gedächtniserscheinungen und der Größe des Bewußtseinsumfanges eine fundamentale Abhängigkeitsbeziehung besteht, wie wir eine solche auch für die Gedächtniserscheinungen und den Aufmerksamkeitsumfang als bestehend annehmen müssen.

Nach dieser Begriffsumgrenzung wenden wir uns dazu, die Faktoren aufzusuchen, welche auf die Gedächtniserscheinungen bestimmend einwirken. Ihre Aufstellung wird uns den Überblick über die bisherige Entwicklung der Gedächtnisforschung erleichtern und zur eignen Problemstellung verhelfen. Abgesehen von der allgemeinen psychischen Veranlagung des Individuums überhaupt, welche je nach Rasse, Geschlecht und Alter verschieden ist und als solche namentlich hinsichtlich ihres sensorischen Grundcharakters die Grundlage aller ferneren speziellen psychischen Dispositionen und ihrer Folgen, also auch der Gedächtniserscheinungen bildet, und abgesehen von dem im speziellen Falle anzuwendenden Gedächtnismaterial, dessen Wirksamkeit in jener individuellen Veranlagung begründet ist, unterscheiden wir in dem einzelnen Fall eines die späteren Gedächtniserscheinungen vorbereitenden Aktes der Apperzeption dispositionsschaffende und dispositionsstörende Faktoren, welche wir weiter in primäre und sekundäre einteilen können. Dispositionsschaffend nennen wir alle diejenigen Faktoren, mit deren Wachstum auch die in der besonderen Art der Gedächtniserscheinungen gegebene absolute Menge des nach einer gewissen konstanten Zwischenzeit Behaltenen zunimmt. Unter der Menge des Behaltenen verstehen wir dabei stets die

Anzahl der mit Rücksicht auf einen bestimmten Effekt der Reproduktion oder Wiedererkennung überwertigen Dispositionen; als behalten gilt also in diesem Sinne nur das, was die betreffende Grenze des Effekts übersteigt oder eben erreicht. Die absolute Menge des Behaltenen steht im Gegensatz zur relativen, welch letztere eine Beziehung auf den Umfang des Gedächtnismaterials einschließt. Dispositionsstörend dagegen nennen wir diejenigen Faktoren, mit deren Wachstum die absolute Menge des Behaltenen abnimmt. Primär dispositionsschaffend bzw. -störend heißen diejenigen willkürlich variablen Faktoren, welche dem planmäßigen Versuchsverlauf unbedingt angehören müssen; dieselben lassen nur quantitativ abgestufte Änderungen zu. Sekundär dispositionsschaffend bzw. -störend sollen schließlich diejenigen Faktoren heißen, welche, experimentell zum Teil schwer zugänglich, mehr akzidentell zum Akt der Apperzeption hinzuzutreten pflegen und bis zu einem gewissen Grade aus dem Versuchsverlauf ausgeschaltet werden können; sie sind zugleich dadurch charakterisiert, daß sie sowohl qualitativ wie intensiv abgestufte Änderungen gestatten.

Unter den primär dispositionsschaffenden Faktoren nimmt die Aufmerksamkeitsspannung insofern eine besondere Stellung ein, als sie der eigentliche dispositionsschaffende Faktor κατ' ἐξοχήν genannt zu werden verdient, wie wir weiter unten näher auszuführen gedenken; sie entzieht sich jedoch vollständig einer willkürlichen Variierung und wird erst dadurch einer experimentellen Prüfung zugänglich, daß sie im Laufe des normalen Versuchs von einem Anfangswerte aus in gesetzmäßiger Abhängigkeit von den andern Faktoren abnimmt. Darf man daher für die einzelnen Versuche einen leidlich konstanten Anfangswert der Aufmerksamkeitsspannung voraussetzen — eine Vorbedingung, der man in den meisten Fällen durch Zusammenfassung einer hinreichend großen Zahl von Versuchsresultaten zu einem Mittelwerte nahe kommen kann —, so wird im übrigen der Einfluß des Aufmerksamkeitsverlaufs eben durch den Einfluß jener objektiven Faktoren, von denen sie gesetzmäßig abhängig ist, gemessen, womit die Aufmerksamkeit als selbständiger dispositionsschaffender Faktor zunächst aus der Betrachtung ausscheidet. Wir werden demnach seiner Wirksamkeit indirekt messend beikommen, wenn wir die Abhängigkeit der absoluten Menge des Behaltenen von jenen objektiven, für den Aufmerksamkeitsverlauf ausschlaggebenden Faktoren feststellen.

Diese objektiven, d. h. dem äußeren Versuchsverlauf angehörigen, primär dispositionsschaffenden Faktoren sind nun 1) die Anzahl der selbständigen Einzelapperzeptionen des gesamten Gedächtnisstoffes oder im Versuch die Anzahl der Darbietungen[1]), 2) die Dauer der einzelnen Apperzeption oder im Versuchsverlauf die Expositionsdauer, 3) der Umfang des Gedächtnisstoffes oder im Versuch die Reihenlänge und schließlich — allerdings, wie sich herausstellen wird, nur innerhalb bestimmter Grenzen dispositionsschaffend — 4) die Größe des die wiederholten Apperzeptionsakte trennenden zeitlichen Intervalls, kurz das Intervall genannt. Als primär dispositionsstörend tritt uns nur ein Faktor, nämlich die zwischen Apperzeption und Reproduktion oder Wiedererkennung verfließende Zeit, kurz die Zwischenzeit genannt, entgegen. Als sekundär dispositionsschaffend, unter Umständen aber auch dispositionsstörend, können vor allem zwei Momente auftreten, nämlich: 1) die Gefühlslage, insofern sie in der allgemeinen Stimmung bedingt ist und durch den besonderen Gefühlston des apperzipierten Inhalts modifiziert werden kann, und 2) der rhythmische Verlauf der Apperzeption, welcher selbst stark gefühlsbetont zu sein und darum den ersten Faktor beträchtlich zu beeinflussen pflegt.

§ 2.

Kritische Bemerkungen zu den bisher verwandten Methoden der Reproduktion und ihren Maßen.

Bei der Untersuchung der Tatsachen des Erlernens sowohl wie des Behaltens handelt es sich im letzten Grunde stets um Prüfung der Stärke gewisser psychischer Dispositionen. Auf die Stärke von Dispositionen kann man aber stets nur aus ihren Wirkungen Schlüsse ziehen. Also kam es bei der experimentellen Behandlung des Gedächtnisproblems vor allem auf die Fixierung eines bestimmten Effektes an, welcher willkürlich herbeigeführt und irgendwie gemessen über die vorhandenen Dispositionen Aufschluß geben sollte. Je nach der Art dieses Effektes nun scheiden sich die Methoden zur Untersuchung

[1]) Wir ziehen es vor, von Darbietungen anstatt, wie üblich, von Wiederholungen zu sprechen, da zu n—1 Wiederholungen implizite stets eine erste Darbietung zu denken ist, wogegen es weniger umständlich ist, kurz von n Darbietungen zu reden.

der Gedächtniserscheinungen in zwei Hauptgruppen, welche sich auch unmittelbar aus unserer Definition der Gedächtniserscheinungen ergeben, nämlich in Methoden der Reproduktion, wie wir kurz alle diejenigen Methoden nennen wollen, welche, auf die Tatsachen der Erinnerung sich gründend, in einer selbständigen und willkürlichen Reproduktion jenen kritischen Effekt fixiert sehen, und in Methoden der Wiedererkennung, welch letztere ihrem Charakter nach auch Vergleichsmethoden genannt werden können. Die ersteren sind bisher, wohl weil sie näher liegen, die vorherrschenden gewesen und haben sich daher nach Möglichkeit vervollkommnet; die letzteren hingegen sind noch wenig ausgebildet, obwohl vielleicht gerade in ihnen der Fortschritt der Gedächtnisforschung beschlossen liegt. Überdies wurden die Vergleichsmethoden bisher meist nur zur Prüfung des unmittelbaren Behaltens und ausschließlich für einfache Gedächtnisstoffe wie Töne, Punktdistanzen usw. verwandt, ja Kennedy[1]) behauptet sogar, daß sich beispielsweise zur Prüfung des Wortgedächtnisses nur die Reproduktionsmethode eigne, eine Behauptung, die — an sich schon gewagt — keinesfalls auf komplexes Material überhaupt übertragen werden darf, wie wir durch Entwicklung unserer Vergleichsmethode zu zeigen hoffen.

Auch zeitlich gehen aus den schon angeführten Gründen die Methoden der Reproduktion denen der Wiedererkennung voraus. Als Erster wandte sie Ebbinghaus in seiner für die weitere Entwicklung der Gedächtnisforschung grundlegenden Untersuchung: »Über das Gedächtnis« (Leipzig, 1885) systematisch an, und zwar tritt uns hier als erste und gewiß nächstliegende Form die Erlernungsmethode, auf die Prüfung des Behaltens als sogenannte Ersparnismethode ausgedehnt, entgegen. Auch sie beruht natürlich auf jener Überlegung, daß Dispositionen nur an einem Effekt gemessen werden können. Derselbe besteht nun in dieser und verwandten Untersuchungen der folgenden Zeit, welche der Ebbinghausschen gegenüber im wesentlichen nur eine Vervollkommnung der Versuchstechnik aufweisen, teils in der ersten, teils auch in der zweiten fehlerfreien, in einem gewissen Tempo zu bewirkenden Reproduktion des

[1]) Kennedy, F., On the Experimental Investigation of Memory. Psych. Rev. 5, pag. 481.

Gedächtnisstoffes, welcher in der Mehrzahl der Untersuchungen in mehrgliedrigen Reihen sinnloser Silben bestand. Ist dieser Effekt eben erreicht worden, so darf — ein gleichmäßig schweres Reihenmaterial vorausgesetzt — auf eine hinsichtlich ihrer Stärke eindeutig bestimmte Summe psychischer Dispositionen zurückgeschlossen werden. Ebensogut scheinen sich die nach einer gewissen Zwischenzeit noch vorhandenen Dispositionen, welche der Menge des Behaltenen entsprechen, messen zu lassen. Gewöhnlich nämlich wird in einem späteren Zeitpunkt eine fehlerfreie Reproduktion nicht mehr möglich sein; daher läßt man die Reihe von neuem so lange lernen, bis wieder der bezeichnete Effekt erreicht ist. Dann werden auch die Dispositionen ihre alte Höhe wieder erreicht haben müssen, und man darf hoffen, die Differenz zwischen dieser und der verminderten Disposition irgendwie messen zu können. In dem hierzu verwandten Maße aber liegt der schwache Punkt der Erlernungs- bzw. Ersparnismethode, demgegenüber die andern gegen die Zulässigkeit einer Koordinierung der bei der Erlernung fehlschlagenden Reproduktionsversuche zu den einfachen Ablesungen[1]) und gegen die Eindeutigkeit der erstmöglichen Reproduktion[2]) geltend gemachten Bedenken kaum ins Gewicht fallen. Das Suchen nach einem geeigneten »Gedächtnismaß« ist es überhaupt, das der gesamten Entwicklung dieses Zweiges des psychologischen Experiments seine Richtung gegeben hat; die Forschung sucht offenbar dieses Maß nach Möglichkeit zu verfeinern und den Anforderungen, welche an eine exakte Maßeinheit gestellt werden müssen, möglichst entsprechend zu gestalten. Diesen Bedingungen aber genügt keines der gebräuchlichen Maße, so wenig wie das von Ebbinghaus zuerst eingeführte, das bedauerlicherweise noch in den neuesten Untersuchungen beibehalten worden ist, ohne jemals in seiner Unzulänglichkeit erkannt worden zu sein. Dieses Maß für die Höhe der Gedächtnisleistungen ist bei der Erlernung die Anzahl der bis zur Erreichung des bestimmten Effekts nötigen Wiederholungen oder die Länge der bei ihrer Ausführung verbrauchten Zeit. Entsprechend gilt als Maß für das nach einer gewissen Zeit noch Behaltene die

[1]) Münsterberg, H., Beiträge zur experimentellen Psychologie, 4, S. 124.

[2]) Müller, G. E. und Schumann, F., Experimentelle Beiträge zur Untersuchung des Gedächtnisses. Zeitschr. f. Psych. 6, S. 183 f.

Ersparnis an Wiederholungen bei der Wiedererlernung der schon früher einmal gelernten Reihe gegenüber der zur Neuerlernung dieser Reihe erforderlich gewesenen Anzahl von Wiederholungen; auch hier können die entsprechenden Lernzeiten das Maß abgeben. Gilt bei Ebbinghaus die Wiederholungszahl noch als Maß für die »Güte der Gedächtnisleistung«[1]), so legt die zu messende Größe ganz konsequenter Weise den Weg über den Arbeits- zum Kraftbegriff zurück, bis bei Pentschew[2]) die Wiederholungszahl als Maß des »Kraftaufwandes« auftaucht. Gegen eine Verwendung des Begriffs der psychischen Energie ist an und für sich nichts einzuwenden, solange man sich seines hypothetischen Charakters wohlbewußt bleibt, nur sollte man nicht glauben, den Verbrauch der letzteren an der Wiederholungszahl oder an der zu den Wiederholungen benötigten Zeit messen zu können. Wir beschränken uns im folgenden in der Hauptsache darauf, die falschen Voraussetzungen aufzudecken, welche einer Verwendung der Wiederholungszahl als eines Maßes des Kraftaufwandes zugrunde liegen, ohne den Beweis auch noch für den Fall durchzuführen, daß die Größe der Gedächtnisleistung oder die geleistete psychische Arbeit mit demselben Maßstab gemessen werden soll; denn in beiden Fällen kommen dieselben Gesichtspunkte in Betracht.

Der Gedanke, die Wiederholungszahl als Maß des Kraftaufwandes zu benutzen, geht von der gewiß verständlichen Überlegung aus, daß die Anzahl der Wiederholungen mit dem Aufwand an psychischer Energie in funktionellem Zusammenhange stehen werde. In solcher Allgemeinheit ist diese Voraussetzung auch vollkommen richtig, als Maß für den Kraftaufwand oder für die Gedächtnisleistung aber dürfte man die Wiederholungszahl nur dann benutzen, wenn die zu messenden Größen der letzteren proportional wären. Dies ist aber bekanntlich keineswegs der Fall; vielmehr vermag die einzelne Wiederholung mit steigender Wiederholungszahl um so weniger psychische Energie gleichsam zu absorbieren, je mehr Wiederholungen ihr vorausgehen, und das aus dem einfachen Grunde, weil nach einer gewissen, mit Apperzeptionsakten kontinuierlich erfüllten Zeit nicht

[1]) Ebbinghaus, Grundriß der Psychologie, S. 619.

[2]) Pentschew, Chr., Untersuchungen zur Ökonomie und Technik des Lernens. Arch. f. d. ges. Psych. 1, S. 517.

mehr so viel psychische Energie latent vorhanden ist, wie sie im Anfang des Erlernungsaktes zur Verfügung stand. Man kann geradezu behaupten, so paradox es klingen mag, daß die Verwendung der Wiederholungszahl als eines Maßes für den Kraftaufwand mit der Einführung einer Variabeln als Maßeinheit gleichbedeutend sei. Denn nicht die Wiederholungszahl als solche, sondern der mit ihr gegebene Verbrauch an psychischer Energie soll in allen diesen Fällen bestimmt werden; dieser aber ist, wie gesagt, mit der Ordnungszahl der Wiederholung variabel. Aus diesen Ausführungen folgt unmittelbar, daß auch die Länge der zu den nötigen Wiederholungen erforderlichen Zeit jede Bedeutung als Maß des Kraftaufwandes verlieren muß. Denn sie ist, ein konstantes Lerntempo vorausgesetzt, der Wiederholungszahl direkt proportional, unterliegt also ebendenselben Einwänden wie jene. Aber auch für den Fall einer Lerngeschwindigkeit, welche fortwährend variieren darf oder in verschiedenen Versuchen der Wiederholungszahl nicht proportional ist, verbietet sich die Verwendung der Lernzeit als eines Maßes für den Kraftaufwand, weil eben auch dann die psychische Leistung beim Lernen eine Funktion der Zeit ist, die durchaus nicht proportional dem Argument wächst.

Eine relative Bedeutung kann man übrigens auch der Wiederholungszahl oder der Zeitlänge als messender Größe nicht absprechen. Denn solange man bloß Wiederholungszahlen ihrer absoluten Größe nach miteinander vergleicht, wie dies Müller und Schumann tun, ist man im vollen Rechte. Haben wir z. B. für die Erlernung zweier Reihen a und b, welche hinsichtlich der assoziativen Hilfen verschieden gebaut sein mögen, m bzw. n Wiederholungen gebraucht, und ist $m > n$, so ist gegen den Schluß, die Reihe a habe einen größeren Kraftaufwand als die Reihe b erfordert, oder b sei »leichter« als a zu erlernen gewesen, nicht das geringste einzuwenden, sobald wir für beide Reihen eine gleiche anfängliche Aufmerksamkeitsspannung und einen ungestörten Aufmerksamkeitsverlauf voraussetzen dürfen. Der Fehler tritt erst dann auf, wenn wir aus den Zahlenwerten m und n Schlüsse auf die Größe der Kraftersparnis ziehen zu dürfen glauben, welche im Falle der Reihe b vorliegt, wenn wir also z. B. die Differenz $m—n$ zu einer analog gewonnenen Differenz in Beziehung setzen oder in dem Verhältnis $\frac{m—n}{m}$ ein Maß für die relative Kraft- oder

Arbeitsersparnis sehen. Wenige Beispiele aus Untersuchungen, welche sich der Erlernungs- bzw. Ersparnismethode bedienen und dabei in ihren Schlüssen zu weit gehen, werden das hier Gesagte am besten erläutern.

Zunächst führen wir ein Beispiel für unberechtigte Folgerungen an, welche bei der Prüfung des Erlernens aus der Anzahl der Wiederholungen gezogen sind; Pentschew[1]) bringt folgende Tabelle:

Zum Erlernen der 2 T-Strophen: 21,4 W » » » 2 G-Strophen: 10,6 W	}	Differenz: 10,8 W,
» » » 4 T-Strophen: 33,5 W » » » 4 G-Strophen: 15,7 W	}	Differenz: 17,8 W.

Indem er die Differenzen 10,8 und 17,8 zueinander in Beziehung setzt, zieht Pentschew den Schluß, daß mit der Vergrößerung des zu lernenden Stückes die Vorteilhaftigkeit des Lernens im Ganzen sehr rasch zunehme, wobei er doch unter Vorteilhaftigkeit nur die Kraftersparnis meinen kann, da er an der Wiederholungszahl den Kraftaufwand mißt und überhaupt die Vorteilhaftigkeit oder »Ökonomie« des Lernens in diesem Sinne definiert. Da aber die Differenz von 17,8 Wiederholungen aus bedeutend höheren Wiederholungszahlen gewonnen ist als die Differenz von 10,8 Wiederholungen, so ist es durchaus nicht ausgeschlossen, daß jene 17,8 Wiederholungen den 10,8 Wiederholungen an dispositionsschaffendem Werte nicht überlegen, sondern äquivalent waren, und daß somit an einen größeren Vorteil beim Erlernen des umfänglicheren Materials, der sich in einer entsprechenden Kraftersparnis geäußert hätte, nicht zu denken ist. Die Werte 10,8 und 17,8 sind nur für die Ersparnis an Wiederholungen charakteristisch, womit natürlich psychologisch wenig gewonnen ist, können es aber nie und nimmer für die Ersparnis an psychischer Energie sein. Es bleibt somit der Erlernungsmethode in der Wiederholungszahl nur ein Maß ganz allgemeinen Charakters,

[1]) a. a. O. S. 470. T-Strophen wurden in Teilen, G-Strophen »im Ganzen« gelernt. W = Wiederholung. An jener Stelle folgt noch:

Zum Erlernen der 5 T-Strophen: 45 W » » » 5 G-Strophen: 12 W	}	Differenz: 33 W.

Da aber hier 5 G-Strophen bedeutend weniger Wiederholungen als 4 G-Strophen erforderten, müssen diese Daten durch irgendeine Ungleichmäßigkeit beeinträchtigt sein; sie können darum hier nicht in Betracht kommen.

welches wohl Schlüsse über die größere oder geringere Schwierigkeit verschiedener Reihen für die Erlernung oder über die stärkere oder schwächere Wirksamkeit verschiedener Faktoren oder verschiedener Abstufungen eines und desselben Faktors hinsichtlich des Kraftaufwandes erlaubt, nicht aber Entscheidungen über irgendwelche Verhältnisse quantitativer Natur der Kraft- oder Arbeitsersparnisse zuläßt. Wenn man daher den Einfluß verschiedener Faktoren auf das Erlernen untersuchen will, so kann es sich stets nur entweder um Auffindung solcher Beziehungen ganz allgemeiner Art oder um eine Feststellung der quantitativ allerdings exakt bestimmbaren Abhängigkeitsbeziehungen handeln, welche zwischen der Zeit des Erlernens und der Wiederholungszahl auf der einen und den Werten des betreffenden Faktors auf der andern Seite bestehen; jedoch haben diese wirklich feststellbaren Abhängigkeiten mehr praktischen als eigentlich psychologischen Wert.

Jene falsche Voraussetzung eines proportionalen Wachstums des Kraftaufwandes oder der Arbeitsleistung mit der Anzahl der Wiederholungen wird nicht nur der Erlernungsmethode, sondern auch in noch höherem Maße der Ersparnismethode verhängnisvoll, welche von der Kraftersparnis beim Wiedererlernen oder vom geringeren Arbeitsaufwande aus — mit vollem Recht, wenn sich diese Größen nur messen ließen! — auf die Menge des Behaltenen zurückschließt. Da aber an eine Messung des Arbeitsaufwandes durch die Wiederholungszahl nicht zu denken ist, muß die Ersparnismethode zu einer gefälschten Darstellung der Abhängigkeitsbeziehungen auch der Menge des Behaltenen gelangen. Ehe wir jedoch auf die unberechtigten Schlüsse eingehen, welche man aus Ersparniswerten für das Behalten hat ziehen wollen, haben wir zu einem allgemeinen Kriterium Stellung zu nehmen, welches Stern[1]) zur Anwendung in differentiellen Versuchen empfiehlt und folgendermaßen einführt: »m sei die beim ersten Male, n die beim zweiten Male notwendige Anzahl von Wiederholungen, so ist die Arbeitsersparnis um so größer, je kleiner n im Verhältnis zu m, d. h. je größer der Wert des Bruches $\frac{m}{n}$ ist.« Nun ist anzunehmen, daß

[1]) Stern, W., Über Psychologie der individuellen Differenzen, Leipzig 1900, S. 62. Der Einfachheit halber behalten wir die oben eingeführten Symbole m und n bei.

Stern hier nicht die absolute Arbeitsersparnis meinen kann, denn er wird nicht behaupten wollen, daß für die Fälle $m = 3$, $n = 2$ und $m = 59$, $n = 40$, wo doch $\frac{3}{2} > \frac{59}{40}$ ist, im ersteren Falle die absolute Arbeitsersparnis größer sei als im zweiten; es kann vielmehr nur die relative Arbeitsersparnis gemeint sein. Für diese aber ist die bloße Verhältniszahl der Wiederholungen $\frac{m}{n}$ nicht so charakteristisch wie das Verhältnis $\frac{m-n}{m}$, welches direkt die relative Ersparnis an Wiederholungen gibt. Auch für dieses Verhältnis ist innerhalb der von Stern eingehaltenen Grenzen der Schluß in seiner Allgemeinheit wohl zu verteidigen, daß die relative Arbeitsersparnis um so größer sein wird, je größer der Wert des Bruches $\frac{m-n}{m}$, je größer also die relative Ersparnis an Wiederholungen ist, solange eine der Größen m oder n konstant bleibt (vgl. S. 19). Man ist aber nicht berechtigt, aus den Wertunterschieden verschiedener Verhältnisse $\frac{m-n}{m}$ Schlüsse auf die quantitativen Verhältnisse der zugehörigen relativen Arbeitsersparnisse zu ziehen, wie dies z. B. Ebbinghaus[1]) tut, wenn er die Ersparnis an Wiederholungen in Prozenten der zum erstmaligen Lernen nötigen Wiederholungszahl ausdrückt und in den so gefundenen Werten $\frac{m-n}{m} \cdot 100$, ein Maß für die Festigkeit der ersten Einprägung sieht; an jener Stelle findet sich folgende Zusammenstellung:

Anzahl der Silben einer Reihe	Anzahl der Wiederholungen für das bloße Lernen		Ersparnis an Wiederholungen bei dem Wiedererlernen nach 24 Stunden	Ersparnis in % des Erfordernisses für das erste Lernen
	am 1. Tag	am 2. Tag		
12	16,5	11	5,5	33,3 %
36	55	23	32	58,2 %

Hieraus folgert Ebbinghaus: »Bei den kürzesten der untersuchten Reihen betrug die Ersparnis bei dem zweiten Lernen $\frac{1}{3}$ des ersten

[1]) Ebbinghaus, Über das Gedächtnis, Leipzig 1885, S. 114, 115.

Aufwandes, bei den längsten etwa $\frac{6}{10}$. Man könnte also sagen, die Reihen von 36 Silben seien durch das Lernen bis zur erstmöglichen Reproduktion verhältnismäßig beinahe doppelt so fest eingeprägt worden als die von 12 Silben« oder, können wir hinzufügen, sie seien mit der verhältnismäßig doppelten Arbeitsersparnis wiedererlernt worden. Denn es liegt in der Definition des der Schulpraxis entnommenen Begriffs der Festigkeit der Einprägung, daß der letzteren die Arbeitsersparnis beim Wiedererlernen proportional sein muß. Jene Prozentzahlen aber sind für Schlüsse, die man auf die Festigkeit der ersten Einprägung oder auf die Arbeitsersparnis ziehen will, völlig wertlos, weil sie einen konstanten Wert der zugrunde gelegten Einheit, der Wiederholung, voraussetzen. Diese Voraussetzung aber ist, um es zu wiederholen, hier nicht erfüllt, da es sich nicht um die Wiederholungszahlen als absolute Zahlenwerte, sondern um ihren dispositionsschaffenden Wert handelt, welcher allein einen Rückschluß auf die Arbeitsersparnis zulassen würde. Konstruieren wir uns selbst ein übersichtliches Beispiel; es seien folgende Werte gefunden worden:

Anzahl der Silben einer Reihe	Anzahl der Wiederholungen für das bloße Lernen		Ersparnis an Wiederholungen bei dem Wiedererlernen nach 24 Stunden	Ersparnis in % des Erfordernisses für das erste Lernen
	am 1. Tag	am 2. Tag		
x	100	60	40	40 %
y	10	6	4	40 %

Der Schluß, daß die verhältnismäßigen Ersparnisse an Wiederholungen dieselben seien, ist richtig; der weitere Schluß aber, daß auch die verhältnismäßigen Arbeitsersparnisse dieselben seien oder, um mit Ebbinghaus zu reden, daß beide Reihen verhältnismäßig gleich fest eingeprägt worden seien, ist falsch, da er auf der schon oben als falsch erwiesenen Voraussetzung beruht, daß der Aufwand an Arbeit oder Kraft der Wiederholungszahl proportional wachse oder abnehme, auf welche nach dem oben Gesagten im letzten Grunde auch die hier gemachte Annahme zurückgeht, daß die Festigkeit der ersten Einprägung der Ersparnis an Wiederholungen bei der Wiedererlernung proportional sei. In dem von uns willkürlich gewählten Falle wird vielmehr die relative Arbeitsersparnis für die Reihe mit y Silben

größer als für diejenige mit x Silben sein, und es wäre möglich, um wieder eine willkürliche Annahme zu machen, daß dann Gleichheit der relativen Arbeitsersparnisse vorläge, wenn sich für x die Werte ergeben hätten: am 1. Tage 100, am 2. Tage 55 Wiederholungen, also Differenz: 45 Wiederholungen und relative Wiederholungsersparnis: 45 Proz. Das letztere Beispiel zeigt zugleich, wie die oben (S. 17) gemachte Einschränkung zu verstehen ist, daß nur dann auf eine größere oder geringere relative Arbeitsersparnis aus der relativen Wiederholungsersparnis geschlossen werden darf, wenn eine der Größen m oder n konstant bleibt. In diesem Falle nämlich, wo m und n beide andere Werte angenommen haben, würde trotz einer merklichen Verschiedenheit der relativen Wiederholungsersparnisse doch Gleichheit der relativen Arbeitsersparnisse vorliegen.

Um ein Beispiel analoger Berechnungen und Schlüsse aus der neueren Literatur anzuführen, verweisen wir auf die Tabellen von Pentschew a. a. O. S. 480, 481 und die daraus gezogenen Folgerungen. Auf solche Weise kommt Pentschew[1]) zu dem gewiß frappierenden Satze: »Die längeren Reihen haften fester im Gedächtnis als die kürzeren«, ein Satz, der durch unsere Untersuchungen allerdings wesentlich modifiziert wird. Auch Ogden[2]) benutzt die Zeit bzw. die Wiederholungszahl bis zum ersten freien Hersagen als Maß für den dispositionsschaffenden Einfluß der Lerngeschwindigkeit und gewinnt seine Resultate hinsichtlich des Behaltens ebenfalls nach dem Ersparnisverfahren. Daher sind auch folgende zahlenmäßig gleichfalls ganz exakt gewonnene Tabellen, welche sich bei Ogden[3]) finden, wertlos, weil sie auf denselben genugsam gekennzeichneten Voraussetzungen basieren:

Bei der Repetition nötige Wiederholungen:	Verhältniszahlen:
8,2	1
12,0	1,46
13,5	1,64
14,5	1,76

[1]) Pentschew, a. a. O. S. 482.

[2]) Ogden, R. M., Untersuchungen über den Einfluß der Geschwindigkeit des lauten Lesens auf das Erlernen und Behalten von sinnlosen und sinnvollen Stoffen. Arch. f. d. ges. Psych. 2, S. 100.

[3]) a. a. O. S. 164.

Hinsichtlich ihres dispositionsschaffenden Wertes, welcher ja allein auf die Stärke und Menge der noch vorhandenen Dispositionen, d. h. des Behaltenen, einen Rückschluß zuläßt, ist das Verhältnis von 12,0 zu 8,2 Wiederholungen nicht dem Zahlenwerte 1,46 gleichzusetzen, sondern es hat geringeren Wert.

Nach diesen Ausführungen dürfen wir es uns ersparen, auch noch Beispiele für die falsche Verwendung der Lernzeit zum Maße der Gedächtnisleistung und des Arbeitsaufwandes zu bringen, wenn wir nochmals daran erinnern, daß dieses »Maß« als der Wiederholungszahl direkt proportional an denselben falschen Voraussetzungen wie jenes andere krankt. Wenn es Ogden[1]) eine interessante Frage nennt, »ob und inwieweit man die Ersparniswerte oder die Repetitionszeiten für die behaltende Funktion des Gedächtnisses als maßgebend betrachten soll«, so ergibt sich aus all dem Gesagten ohne weiteres, daß als exaktes Maß dieser Funktion weder die eine noch die andere Größe dienen kann, da in beiden Fällen die der Messung zugrunde gelegte Einheit keine Konstante hinsichtlich ihres dispositionsschaffenden Wertes, mithin auch hinsichtlich ihres Einflusses auf die Funktion des Behaltens ist. Freilich verliert, wenn wir ihr diese Verwendung ihrer Maße nehmen, die Lern- und Ersparnismethode einen großen Teil des praktischen Wertes, den man ihr bisher zuzuschreiben pflegte, und es bleibt ihr nichts als eine Wertvergleichung ganz allgemeinen Charakters übrig.

Als zweite hauptsächlich verwandte Methode der Reproduktion tritt zur Prüfung der Menge des Behaltenen der Ersparnis- die von Jost[2]) entwickelte Treffermethode zur Seite, welche ebenso wie jene eine voraufgehende Erlernung voraussetzt. Auch hier wird eine freie Reproduktion der übrigens durch eine dem Ebbinghausschen Verfahren gegenüber wesentlich verbesserte Versuchstechnik eingeprägten Reihe verlangt, so aber, daß nach einer Zwischenzeit die betonten Glieder der Reihe vorgezeigt werden, worauf die auf sie folgenden unbetonten Glieder zu reproduzieren sind. Die Anzahl der richtig reproduzierten Glieder oder »Treffer« gestattet einen Rück-

[1]) a. a. O. S. 129.

[2]) Jost, A., Die Assoziationsfestigkeit in ihrer Abhängigkeit von der Verteilung der Wiederholungen. Zeitschr. f. Psych. 14, S. 447 ff.

schluß allgemeiner Art auf die Größe der Gedächtnisleistung. Nur darf man sich nicht verleiten lassen, wie wir später eingehender ausführen werden, in der Trefferzahl ein Maß für die Dispositionsstärke der ganzen Reihe zu erblicken, da die Menge der Treffer nur über die Zahl derjenigen Dispositionen etwas aussagt, welche einen gewissen — und zwar ziemlich hohen — Stärkegrad eben erreicht oder überstiegen haben, während über die Stärkegrade aller andern unter dieser Schwelle befindlichen oder »unterwertigen« Dispositionen in der Trefferzahl gar nichts ausgesagt wird. Alle die verschiedenen graduellen Abstufungen in der Stärke der unterwertigen Dispositionen sind für die Treffermethode nicht erreichbar und werden, in der Kategorie der Nichttreffer vereinigt, einfach als nicht vorhanden betrachtet. Gleichzeitig gibt noch die Reproduktionszeit, d. i. die zwischen der Vorzeigung des betonten und der Nennung des folgenden Gliedes verfließende Zeit, ein Maß für den Bereitschaftsgrad der reproduzierbaren Gliederfolgen. Jedoch kommt auch der Reproduktionszeit als einem Maß der Stärke überwertiger Dispositionen, abgesehen von der stets zu befürchtenden Fälschung durch Hemmungserscheinungen bei der Innervation der Sprechmuskulatur, deshalb eine allgemeine Bedeutung nicht zu, weil sie infolge der Zeiterfordernis für die Innervationsakte nicht unter ein gewisses Minimum herabsinken wird, während die Dispositionsstärke sehr wohl noch eine weitere Steigerung erfahren kann. Zudem gibt auch die Reproduktionszeit nur ein Maß für die Stärke der bezüglich der Reproduktion überwertigen Dispositionen, während die unterwertigen mit diesem Maß ebenfalls nicht zu erreichen sind. Diese Mängel der Maße verbieten es, zahlenmäßige Beziehungen zwischen der Trefferzahl oder der Reproduktionszeit als Maßen der Dispositionsstärke und irgendwelchen variablen Faktoren als den Ausdruck objektiv bestehender Abhängigkeiten aufzustellen, und lassen nur Schlüsse allgemeiner Art zu. Zu wie wichtigen Resultaten aber dann innerhalb dieser Grenzen die Bestimmung der Trefferzahlen und Reproduktionszeiten doch führen kann, das haben die Arbeiten von Jost, G. E. Müller und Pilzecker[1]) zur Genüge dargetan.

[1]) Müller, G. E., und Pilzecker, A., Experimentelle Beiträge zur Lehre vom Gedächtnis. Zeitschr. f. Psych. Erg.-Bd. 1.

Als die letzte wesentliche, aber noch wenig angewandte Methode der Reproduktion ist die von Ebbinghaus[1]) eingeführte sogenannte Methode der Hilfen zu nennen. Nach dieser läßt man die vorher bis zu einem gewissen Grade memorierte Reihe vom Beobachter reproduzieren und hilft diesem an den Stellen, wo er stockt oder Fehler macht, durch sofortiges Nennen des richtigen Gliedes ein; die Zahl der erforderlich gewesenen Hilfen gibt ein Maß »für den jeweiligen Zustand von unvollkommen assoziierten Reihen« oder für die Stärke der vorhandenen Dispositionen. Dieser Methode gegenüber können wir uns des Bedenkens nicht erwehren, daß die Hilfen nicht von gleichem unterstützenden Werte sein werden, mithin nicht ohne weiteres koordiniert werden dürfen. Denn da das richtige Glied bei einem etwaigen Stocken sofort genannt wird, so muß eine Hilfe auch da gegeben werden, wo nach einiger Zeit, wie dies vielfach bei Prüfung der Reproduktionszeit festgestellt worden ist, das richtige Glied doch noch genannt worden wäre, während sich an andern Stellen, wo auch eingeholfen worden ist, dies nicht hätte erreichen lassen. Eine eingehendere Beurteilung der Methode der Hilfen ist noch nicht möglich, da nur wenige mit ihr gewonnene Resultate vorliegen.

Eine bedenkliche Eigenschaft ist schließlich noch zu erwähnen, welche der Methode der Reproduktion als solcher anhaftet und ihre Resultate unvermeidlich vergröbern muß. Es ist die in ihr implizite enthaltene Forderung, zu reproduzieren, d. h. eine ziemlich beträchtliche Gedächtnisleistung zu vollbringen. Die Reproduktion, welche in den angeführten Untersuchungen durch die Sprache, in andern durch Schreibbewegungen erfolgte, hat stets eine Innervation der für die Reproduktion in Betracht kommenden Sprech- oder Schreibmuskulatur zur Voraussetzung. Es ist nun tatsächlich festgestellt, daß die motorischen Bahnen und Organe zu verschiedenen Zeiten verschiedene Ansprechbarkeit aufweisen, daß sie also den reinen Verlauf der inneren Reproduktion vergröbern, ja durch Versprechen oder Verschreiben sogar falsch wiedergeben können. Überdies muß das Moment des Sprechens oder Schreibens störend wirken, wenn es bei der Apperzeption noch fehlte und erst bei der Reproduktion auftritt; hierfür ist die Äußerung einer Versuchsperson Pentschews

[1]) Ebbinghaus, Grundriß der Psychologie, S. 620.

charakteristisch: »Wenn ich eine Silbenreihe lautlos gelesen habe, so scheint mir die Reproduktion erschwert zu sein; namentlich stört es mich, daß ich plötzlich den Klang der Silben höre, wenn ich aufsage«[1]). Nun stellt aber die Reproduktion überhaupt, wie wir oben ausführten, den komplizierteren und zeitlich ausgedehnteren Gedächtnisvorgang der Wiedererkennung gegenüber dar, und es ist anzunehmen, daß eine zeitliche Verlängerung besonders der Einprägung durch eine Häufung der Apperzeptionsakte, ohne welche eine spätere Reproduktion nicht möglich ist, wegen längerer Wirksamkeit der Fehlerquellen auch weniger exakte Resultate liefern muß. Da aber in der Wiedererkennung ebenso wie in der Reproduktion eine Gedächtniserscheinung zu sehen ist, welche denselben Gesetzen wie diese unterliegen wird, aber einen bedeutend einfacheren und kürzeren psychischen Verlauf darstellt, welcher gleichzeitig weit geringere Anforderungen an die Leistungsfähigkeit des Beobachters stellt, so ist zu hoffen, daß die Methoden der Wiedererkennung dieselben Gesetze der Gedächtniserscheinungen, welche auch für die Reproduktion gelten, klarer werden hervortreten lassen.

Ehe wir uns nun zur Behandlung der Vergleichsmethoden wenden, haben wir noch kurz einer andern Art der Gedächtnisprüfung zu gedenken, welche wir in Anlehnung an Fechner[2]) als eine Methode der Wahl und der Herstellung zugleich bezeichnen können, welche zwischen den Methoden der Reproduktion und der Wiedererkennung mitteninne steht. Das von Diehl[3]) angewandte Verfahren besteht darin, daß die Versuchsperson aufgefordert wird, aus dem vorgelegten Material die zuletzt gezeigten Gegenstände in ihrer Reihenfolge und Stellung zurechtzulegen, insonderheit die vorgezeigten Zahlen aus Ziffernreihen von 1 bis 10 zusammenzusetzen. Diese Methode der Wahl und Herstellung ist bisher nur zur Untersuchung der qualitativen Veränderungen verwandt worden, welche Eindrücke einfacher Art im Gedächtnis erfahren; über ihre sonstige Brauchbarkeit läßt sich vorläufig nichts aussagen.

---

[1]) Pentschew, a. a. O. S. 443; vgl. auch Müller, G. E. und Schumann, F., Experimentelle Beiträge zur Untersuchung des Gedächtnisses. Zeitschr. f. Psych. 6, S. 313.

[2]) Fechner, Zur experimentalen Ästhetik. (Abhandlgn. d. sächs. Soz. d. Wiss. Math.-phys. Kl. IX.) 1871, S. 602 f.

[3]) Diehl, A., Zum Studium der Merkfähigkeit. Berlin, 1902. S. 11.

§ 3.

Die Vergleichsmethoden, insonderheit die Methode der identischen Reihen.

In der Erwartung, daß diejenige Methode, welche auf der geringeren psychischen Leistung, der Wiedererkennung anstatt der Reproduktion, beruhe, auch die weniger getrübten Resultate liefern werde, hat zuerst Wolfe[1]) eine Methode zur Untersuchung der Gedächtniserscheinungen an den Tatsachen der Wiedererkennung entwickelt. Dieselbe war vorbildlich für alle ähnlichen darauf folgenden Untersuchungen von Radoslawow, Warren, Shaw u. a., vorbildlich auch insofern, als sie bloß auf einfache Sinneseindrücke wie Töne, Punktdistanzen usw. angewandt wurde. Das Wesen der bisher verwandten Vergleichsmethoden ist folgendes: ein äußerer Reiz wirkt auf die Sinne ein; nach einer gegebenen Zeit wiederholt sich derselbe Reiz, oder es tritt ein von ihm in gewissem Grade verschiedener Reiz auf. Es ist nun vom Beobachter zu beurteilen, ob der zweite mit dem ersten Reiz identisch zu sein schien oder nicht; womöglich ist für den letzteren Fall anzugeben, nach welcher Richtung sich die Abweichung erstreckte. Die Antworten lassen sich alsdann in sechs Kategorien anordnen; es ergeben sich nämlich richtige und falsche Schätzungen sowohl bei objektiver Gleichheit wie bei objektiver Verschiedenheit der Sinnesreize. Daneben treten noch zweifelhafte und schließlich solche Fälle auf, in denen wohl richtig ein Unterschied der Reize, nicht aber die Richtung dieses Unterschiedes konstatiert werden konnte. Die so gewonnenen Daten werden in genügender Menge nach der Methode der richtigen und falschen Fälle verrechnet. Sie ergeben schließlich eine Formel für das Abhängigkeitsverhältnis zwischen der Richtigkeit der Schätzungen und der verflossenen Zwischenzeit, auf dessen Untersuchung man sich bisher wesentlich beschränkt hat. Diese von Wolfe und Radoslawow[2]) aufgestellten Formeln stimmen untereinander und mit der von Ebbinghaus mittels der Reproduktionsmethode abgeleiteten Formel bis auf gewisse Konstanten

---

[1]) Wolfe, H. K., Untersuchungen über das Tongedächtnis. Philos. Stud. 3, S. 537 f.

[2]) Radoslawow-Hadji-Denkow, Z., Untersuchungen über das Gedächtnis für räumliche Distanzen des Gesichtssinnes. Philos. Stud. 15.

in überraschender Weise überein. In Worten besagen alle drei Formeln, daß die Gedächtnisschärfe dem Logarithmus der Zwischenzeit umgekehrt proportional sei[1]).

Wie schon erwähnt, beschränken sich alle diese Untersuchungen auf die Behandlung der Abhängigkeitsbeziehung zwischen der Gedächtnisschärfe, auf welche man von der Menge des Behaltenen aus zurückschließt, und der Zwischenzeit, d. h. auf die Untersuchung der Wirksamkeit des dispositionsstörenden Faktors. Die dispositionsschaffenden Faktoren dagegen, d. h. die Anzahl der Darbietungen, die Expositionsdauer, die Reihenlänge und schließlich das Zeitintervall zwischen den einzelnen Darbietungen, sind in ihrem Einfluß auf die Menge des Behaltenen, also hinsichtlich ihres dispositionsschaffenden Wertes, mit einer Vergleichsmethode noch gar nicht untersucht worden. Wo man aber die Reproduktionsmethoden bei der Untersuchung ihres Wirkungsgrades in Anwendung brachte, da blieb es entweder — wie bei Müller und Pilzecker, wo sich dies aus den der Anwendung der Trefferzahlen und Reproduktionszeiten gezogenen Grenzen ergibt — nur bei ganz allgemeinen Resultaten, oder die angeblich gefundenen Beziehungen basieren auf Verhältnissen zwischen Wiederholungszahlen oder Lernzeiten, in denen man ein Maß für die Gedächtnisleistung gefunden zu haben glaubte. Nur eine später noch zu erwähnende Abhandlung von W. G. Smith unternahm es, die Abhängigkeit zwischen der Zahl der Darbietungen und der Menge des Behaltenen mittels einer Methode der Reproduktion festzustellen, welche einfach in der Zahl der richtig reproduzierten Glieder ein Kriterium für die Menge des Behaltenen sah. Wir setzten es uns darum zur Aufgabe, eine Vergleichs- oder Wiedererkennungsmethode zu entwickeln, mit welcher sich die zwischen der Menge des Behaltenen einerseits und den primär dispositionsschaffenden bzw. -störenden Faktoren andererseits bestehenden Abhängigkeitsbeziehungen auch an komplexem Gedächtnismaterial feststellen lassen.

Bei näherem Zusehen ergibt sich, daß für komplexe Gedächtnisstoffe, wie Worte, Zahlen usw., die von Wolfe entwickelte Methode,

[1]) Wahrscheinlich durch eine Verwechslung des Schwellenwertes mit der Gedächtnisschärfe findet sich bei Radoslawow die Deutung der Formel, daß die Gedächtnisschärfe jenem Logarithmus proportional sei; a. a. O. S. 26, 130.

welche die Möglichkeit von Minimaländerungen voraussetzt, nicht gut anwendbar ist. Die Vorversuche, welche wir anstellten, erwiesen deutlich die hierbei entstehenden Schwierigkeiten. Auf eine weiter unten zu besprechende Weise wurden Reihen von sinnvollen, einsilbigen Wörtern visuell aufgefaßt, und nach einer gegebenen Zeit war eine ebenfalls vorgezeigte, in wenigen Gliedern objektiv veränderte Reihe auf ihre Übereinstimmung mit der ersten hin zu vergleichen, so zwar, daß bei jedem einzelnen Glied ein Urteil »alt« oder »neu« abzugeben war, je nachdem das betreffende Wort schon der alten Reihe angehört zu haben oder objektiv verändert zu sein schien. Dabei ergab sich folgende Erscheinung: einmal wurden richtig unverändert gebliebene Glieder als alt, neu an die Stelle alter gesetzte Glieder als neu erkannt; daneben aber kam es nicht nur vor, daß letztere auch als alt, sondern auch, daß objektiv unveränderte Glieder als neu erschienen[1]). Es wäre wohl ein vergebliches Bemühen gewesen, ein Verfahren zur Aufstellung einer Formel für die Stärke der Dispositionen der einzelnen Reihe ausfindig zu machen, in welche alle diese Daten in rechter Würdigung ihres bezeichnenden Charakters eingingen, zumal doch ein Kriterium für eine Gleichwertigkeit der einzelnen objektiven Veränderungen bei komplexem Material nicht vorhanden ist. Aus diesem Grunde sind bei der Anwendung von Vergleichsmethoden auf komplexes Material überhaupt objektive Veränderungen womöglich zu vermeiden.

Dieser Anforderung nun genügt ein von uns entwickeltes Verfahren, welches wir die Methode der identischen Reihen nennen können. Es gründet sich auf die oben schon angeführte Tatsache, daß nach dem Verlauf einer gewissen Zwischenzeit objektiv unverändert gebliebene Reihenglieder dem Beobachter den Eindruck der Neuheit machen, und daß dies bei um so mehr Gliedern der Fall ist, je mehr Zeit seit der Einprägung verstrichen ist, sei es nun, daß die Länge der verflossenen Zeit oder zum Teil auch die ungenügende Stärke der dispositionsschaffenden Faktoren im einzelnen Falle diese Wirkung ausüben. Das Wesen der Methode der identischen Reihen besteht nun

[1]) Vgl. dazu die von K. Brodmann (Exp. und klin. Beitrag zur Psychopathologie der polyneuritischen Psychose, Journ. f. Psychol. u. Neurol. 3, S. 46 ff.) gegebene Tabelle über analoge Versuche, welche mit einem an akuter Amnesie Erkrankten angestellt wurden.

darin, daß die ursprünglich vorgezeigte und die später folgende Vergleichsreihe in allen Gliedern vollkommen miteinander identisch sind, ohne daß der Beobachter etwas davon weiß. Er ist vielmehr dahin instruiert, daß die Vergleichsreihe in beliebig vielen Gliedern irgendwie verändert sein kann, nicht aber notwendig verändert sein muß. Diese Methode gibt nun in der Anzahl der richtig als alt wiedererkannten Glieder ganz von selbst das Maß für die Menge des Behaltenen an die Hand. Doch haben wir als Maß die relative Menge des Behaltenen, also das Verhältnis $\frac{b}{s}$ der behaltenen, d. h. richtig wiedererkannten, zu der Summe aller Glieder, welche die Reihe enthält, den beiden andern Möglichkeiten, b die absolute Menge des Behaltenen allein, oder $\frac{b}{v}$ [1], das Verhältnis der behaltenen zu den vergessenen Gliedern, als Maß der Menge des Behaltenen anzusehen vorgezogen. Denn das Maß b allein läßt nur eine Prüfung der absoluten, nicht aber der relativen Menge des Behaltenen zu; es versagt also bei der Untersuchung des Einflusses der Reihenlänge, welche entschieden eine Berücksichtigung der relativen Menge des Behaltenen verlangt. Das andere Maß $\frac{b}{v}$ aber hat den formalen Übelstand der Unstetigkeit, daß es für den Fall des lückenlosen Behaltens plötzlich einen unendlich großen Wert annimmt, während es sonst endliche Werte besitzt. Das Maß $\frac{b}{s}$ dagegen behält stets endliche Werte, gibt die relative Menge des Behaltenen an und enthält zugleich im Zähler die absolute Menge des Behaltenen. Dabei ist für alle unsere Tabellen zu beachten, daß sich, den Fall der Variierung der Reihenlänge ausgenommen, alle Aussagen hinsichtlich der relativen auch auf die absolute Menge des Behaltenen beziehen, da ja bei konstanter Reihenlänge wegen des konstant bleibenden Nenners die absolute der relativen Menge des Behaltenen proportional ist.

Alle die von uns angestellten Versuche nun laufen darauf hinaus, unter Konstanthaltung der andern dispositionsschaffenden und -störenden Faktoren jeweils einen derselben zu variieren und die Werte

---

[1]) Ebbinghaus, Über das Gedächtnis, S. 106.

festzustellen, welche das Verhältnis $\frac{b}{s}$ für die einzelnen Werte des variablen Faktors annimmt. Es muß sich dann das Wachsen, bzw. Fallen der beiderseitigen Werte nach Art einer mathematischen Funktion ergeben und graphisch veranschaulichen lassen. Es ist dabei nicht ausgeschlossen, ja sogar zu hoffen, daß dieses jeweilige Abhängigkeitsverhältnis zwischen der Menge des Behaltenen in dem oben (S. 8 f.) definierten Sinne und dem betreffenden Faktor sich derjenigen Funktion annähern wird, welche die Größe eines dispositionsschaffenden oder -störenden Faktors mit seinem jeweiligen Nutzeffekt, also mit seinem dispositionsschaffenden Wert, verbindet, welcher sich ja auch auf die hinsichtlich des Effekts der Wiedererkennung unterwertigen Dispositionen beziehen muß. Direkt dargestellt aber wird diese Funktion durch jene von uns gefundenen Abhängigkeitsbeziehungen keineswegs, denn dazu müßte die Menge des Behaltenen diesem Nutzeffekt proportional sein, eine Annahme, welche der andern verwandt wäre, vor der schon Jost[1]) mit Recht warnt, daß nämlich in der Trefferzahl ein Maß für die Stärke der durch die Erlernung der Reihe gestifteten Dispositionen gegeben sei. Merkwürdigerweise ist dieser wichtige Einwand Josts gegen eine derartige falsche Verwendung der für die Menge des Behaltenen gefundenen Werte so unbeachtet geblieben, daß sich noch in der kürzlich erst erschienenen Untersuchung von Ogden[2]) die von Jost zurückgewiesene Behauptung findet, die Kraft oder der Nutzeffekt der einzelnen Wiederholungen lasse sich mittels der Treffermethode ermitteln. Wir halten daher diese Frage für wichtig genug, daß wir sie durch Wiederholung der graphischen Veranschaulichung des Jostschen Einwandes auch hier recht klar werden lassen wollen. Stellen nämlich in den beiden folgenden Figuren die Strecken *a b c d e f* die Stärkegrade von 6 Dispositionen dar, wobei die zur Grundlinie parallel gezogene Gerade die Grenze des Effekts der Wiedererkennung bezeichnen soll, und ist der momentane Zustand der Reihe folgender:

---

[1]) Jost, a. a. O. S. 455 ff.
[2]) Ogden, a. a. O. S. 102.

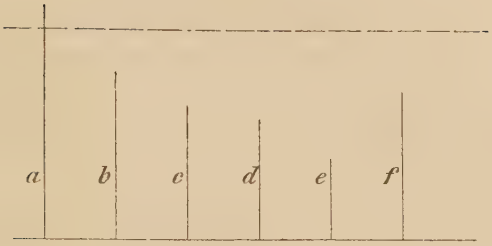


Fig. 1.

so daß also nur das erste Glied *a* als alt wiedererkannt werden würde, so ist es im Prinzip denkbar, daß die nächste Darbietung folgende Wirkung hat:

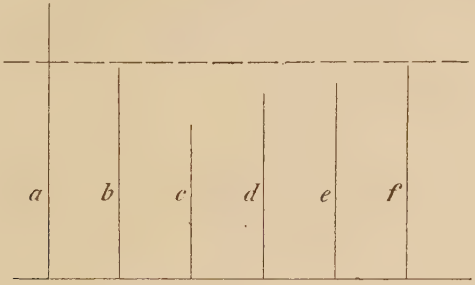


Fig. 2.

daß sie also kein Glied über die Grenze der Wiedererkennung erhebt, während doch die einzelnen Dispositionen eine ganz beträchtliche Stärkung erfahren. Also dürfen wir nicht glauben, wie es Jost[1]) für die Trefferzahl betont, in der Menge des Behaltenen ein Maß für die Stärke der Dispositionen der Reihe, und damit für den Nutzeffekt der einzelnen Wiederholung, und ganz allgemein irgendeines dispositionsschaffenden oder -störenden Faktors gefunden zu haben. Wir sehen daher in dem Verhältnis $\frac{b}{s}$ nur ein Maß für die Menge des wirklich Behaltenen, d. h. für die Summe der hinsichtlich der Wieder-

[1]) Leider bleibt sich Jost in seiner Abhandlung selbst nicht treu, indem er später (a. a. O. S. 463) aus den Trefferzahlen Schlüsse auf die mittlere »Assoziationsstärke« der Reihen zieht, während doch eben die Trefferzahlen nicht Dispositionsstärken allgemein, sondern Reproduktionstendenzen messen, welche die »Treffergrenze« übersteigen. Daher interpretiert auch Ebbinghaus mit vollem Recht den Beginn eines später zu erwähnenden, von Jost aufgestellten Satzes »Sind zwei Assoziationen von gleicher Stärke . . .« mit den Worten »d. h. ergeben sie bei entsprechender Untersuchung gleich viele Treffer« (Ebbinghaus, Grundriß der Psychologie, S. 632).

erkennung überwertigen Dispositionen, neigen aber dazu, anzunehmen, daß wir, je weiter wir die Grenze, welche uns das Maß an die Hand gibt, den minimalen Dispositionen entgegenrücken, d. h. je geringer die verlangte Leistung und mit ihr die zwischen den einzelnen Dispositionen bestehenden Differenzen in der »Wertigkeit« werden, mit um so größerem Recht in der Funktion, welche die Menge des Behaltenen mit dem betreffenden dispositionsschaffenden oder -störenden Faktor verknüpft, zugleich einen Hinweis auf die Abhängigkeitsbeziehung des dispositionsschaffenden Wertes dieses Faktors von seiner Größe erblicken dürfen. An eine wirkliche Feststellung dieser Abhängigkeit durch exakte Maße aber ist so lange nicht zu denken, als nicht durch Auffindung der idealen Methode zur Prüfung psychischer Dispositionen der Begriff der unterwertigen Dispositionen gänzlich aus der Betrachtung ausgeschieden ist.

2. Kapitel.
Experimentelle Untersuchungen.

§ 4.
Das Gedächtnismaterial, der Apparat und das Versuchsverfahren.

Die von uns unternommenen zahlreichen Vorversuche dienten unter anderm auch zur Beantwortung der Frage nach einem zu exakten Versuchen möglichst geeigneten komplexen Gedächtnismaterial. Als solches hatten bisher bei fast allen systematischen Untersuchungen dieser Art sinnlose Silben gedient. Abgesehen davon, daß sich derlei sinnloses Gedächtnismaterial doch allzusehr von den normalen Bedingungen der alltäglichen Gedächtniserscheinungen entfernt und somit bei dem Lernenden das störende Bewußtsein außergewöhnlicher Verhältnisse unnötig verstärken muß, schienen uns die sinnlosen Silbenreihen auch in der »verschärft normalen«[1]) Struktur noch nicht die wünschenswerte Gleichmäßigkeit zu besitzen. Einerseits nämlich erkennen die betreffenden Experimentatoren selbst das Vorkommen arg störender Assoziationen an[2]), und zum andern haben auch dies-

[1]) Müller und Schumann, a. a. O. S. 106.

[2]) Bei L. Steffens (Experimentelle Beiträge zur Lehre vom ökonomischen Lernen. Zeitschr. f. Psych. 22, S. 340) findet sich z. B. folgende Reihe: deup, bot, gär, lein, nüsch, wuch, jeuf, zuk, fel, haf, pös, kaam, rik, mauz, sil, taut. Wer kann sich da trotz des

bezügliche Untersuchungen aus dem Züricher psychologischen Laboratorium[1]) ergeben, daß die gewöhnlich angenommene Gleichmäßigkeit des Materials durchaus nicht erreicht wird.

Auf Grund unserer Vorversuche erschienen uns nun vierstellige Zahlen als das geeignete komplexe Gedächtnismaterial, und wir können Stern[2]) durchaus nicht recht geben, wenn er wegen angeblich sich anknüpfender assoziativer und logischer Betätigungen das Zahlengegenüber dem sinnlosen Silbenmaterial für unvorteilhaft erklärt; unserer Erfahrung nach ist das erstere dem letzteren an Gleichmäßigkeit bedeutend überlegen, wenn es natürlich auch bisweilen zu einer Aufeinanderbeziehung der die Zahl konstituierenden Ziffern verleiten mag; doch läßt sich diese Gefahr durch Beachtung der weiter unten gegebenen Regeln auf ein Minimum beschränken. Das ideal gleichmäßige Material komplexer Art fehlt uns eben genau so, wie die ideale Methode zur Prüfung der Dispositionen; hier wie dort kann es sich nur um eine möglichst große Annäherung an die idealen Mittel handeln. Wenn Stern weiterhin die Anwendung eines möglichst indifferenten Materials fordert[3]), für welches ein »Spezialgedächtnis« nicht existiere, so ist zu bedenken, daß, wenn wir einmal den Begriff des Spezialgedächtnisses zulassen, wir konsequenterweise für jeden Inhalt ein solches annehmen müssen. Zudem ist ja Stern selbst der Meinung, daß die formalen Bedingungen der Gedächtniserscheinungen von der inhaltlichen Differenzierung der Spezialgedächtnisse in hohem Maße unabhängig sind. Wir glauben also, in vierstelligen Zahlen ein Gedächtnismaterial zur Verfügung zu haben, welches, ohne den störenden Eindruck der Fremdartigkeit zu machen, doch eine sinnvolle Deutung durch assoziative Verknüpfung in hohem Maße ausschließt. Vierstellig wählten wir die Zahlen deshalb, weil uns fünfstellige Zahlen wegen der Annäherung an die Grenzen des Aufmerksamkeitsumfanges namentlich bei kurzer Expositionsdauer die Auffassung zu erschweren

besten Willens vor Assoziationen sinnvoller Art retten? So bildete eine Vp. Pentschews aus den »sinnlosen« Silben laag, fuk, sech den Satz »Der Verrückte (le fou) lag auf dem Trocknen (sec)«. Vgl. Pentschew, a. a. O. S. 466 u. 487; Ogden, a. a. O. S. 122, 141; Müller und Pilzecker, a. a. O. S. 224.

[1]) Meumann, E., Experimente über Ökonomie und Technik des Auswendiglernens, Leipzig 1901. S. 7 f.

[2]) Stern, Über Psychologie der individuellen Differenzen, Leipzig 1900. S. 61.

[3]) Stern, a. a. O. S. 59.

schienen, dreistellige Zahlen dagegen zur assoziativen Verknüpfung mit Geschichtsdaten verleiten würden. Der letzte Grund verlangt auch noch eine Einschränkung hinsichtlich der Konstellation von vier Ziffern zu einer Zahl; es sind grundsätzlich solche Zahlen zu vermeiden, welche mit der Ziffer 1 beginnen. Folgende weiteren Gesichtspunkte sind bei der Aufstellung der Zahlenreihen zu berücksichtigen: keine Zahl darf eine und dieselbe Ziffer zwei-, drei- oder gar viermal enthalten; Zahlen, welche die Null enthalten, sind als von der Aufmerksamkeit bevorzugt zu vermeiden; wegen der bei vielen Beobachtern konstatierten, offenbar naheliegenden Zerlegung der vierstelligen in zwei zweistellige Zahlen sind die zweite und vierte Ziffer so zu wählen, daß ihre Summe von Zehn verschieden ist; die aufeinander folgenden Ziffern sollen möglichst nicht die natürliche Reihenfolge einhalten; die einander folgenden Zahlen dürfen besonders an erster und letzter Stelle keine gleichen oder benachbarten Ziffern enthalten; schließlich sind achtgliedrige Reihen, um die es sich bei unseren Versuchen in der Hauptsache handelte, so zusammenzustellen, daß in einer und derselben Reihe wenigstens die Tausender alle verschieden sind; überhaupt sind irgendwie ähnliche Zahlen (z. B. 3824 und 2483) in derselben Reihe als erschwerende Momente[1]) zu beseitigen. Durch häufige Befragung der Beobachter ergab sich nun, daß, wenn auch zwischen den einzelnen Zahlen einer und derselben Reihe hier und da noch unbedeutende Unterschiede hinsichtlich ihrer Schwierigkeit bestanden, doch die unter diesen Gesichtspunkten aufgestellten Reihen als solche im allgemeinen als gleichschwer beurteilt wurden. Wir sind nun keineswegs der Meinung, durch diese Beschränkung der Untersuchungen auf Zahlenmaterial nur das sogenannte »Zahlengedächtnis« behandelt zu haben. Vielmehr erkennen wir dem Gedächtnismaterial, wenn wir uns die zwischen der Menge des Behaltenen und den einzelnen Faktoren bestehenden Abhängigkeitsbeziehungen in Form einer mathematischen Funktion analytisch dargestellt denken, nur die Bedeutung einer Konstanten zu, deren absoluter Wert allerdings je nach der Art des Materials nicht unbedeutende Größen-

[1]) Ein Analogon zu diesem erschwerenden Einfluß ähnlicher Elemente sehen wir in der von Pentschew (a. a. O. S. 420) angeführten Tatsache, daß die von ihm neu eingeführten Vokallaute ee, oo, ie und oi durch ihre Ähnlichkeit mit den einfachen Vokalen die Einprägung der Reihen erschwerten.

unterschiede aufweisen wird. Diese unsere Ansicht über die Bedeutungslosigkeit des Gedächtnismaterials den formalen Bedingungen oder der »dynamischen Gesamtanlage der Gedächtnisfunktion« [1]) gegenüber wird durch die von Ebbinghaus [2]) gemachte Beobachtung gestützt, daß es keinen wesentlichen Unterschied hinsichtlich der letzten Resultate bedingt, ob man Reihen von ein- oder von zweisilbigen Worten, ja sogar ob man Reihen von sinnlosen Silben oder bloß von Buchstaben lernt.

Bezüglich des bei unseren Versuchen verwandten Apparats verweisen wir auf die von Wirth [3]) im 18. Bande der Philosophischen Studien gegebene ausführliche Beschreibung desselben. Nur das zum Verständnis unserer Versuchsreihen unbedingt Notwendige mag hier eine Stätte finden. Bei der Ebbinghausschen Erlernungsmethode, welche im Ablesen des Gedächtnisstoffes von einem Blatt Papier bestand, hatte sich als besondere Fehlerquelle der Umstand herausgestellt, daß stets zu gleicher Zeit mehrere Reihenglieder sichtbar waren. Während nun Binet und Henry, Xilliez, Whitehead und Hawkins und neuerdings Brodmann diesem Übelstand dadurch abzuhelfen suchten, daß sie eine akustische Einprägung anwandten, welche aber doch nie die Gleichmäßigkeit der optischen erreichen wird, begegneten Müller und Schumann dem obenerwähnten Mangel durch Anwendung eines Apparats, welcher die Objekte mittels einer exakt, aber kontinuierlich rotierenden Trommel hinter einem Spalt isoliert sichtbar werden ließ. Es machte sich aber bei dieser Art der Darbietung häufig ein durch die fortgesetzte Drehung verursachter Schwindel des Beobachters unangenehm bemerkbar. Diesem Übelstande nun begegnete Ranschburg [4]) durch Konstruktion eines Apparates, welcher eine ruckweise Fortbewegung der Gesichtsobjekte hinter dem Spalt bewirkte. Störend war an diesem nur das Geräusch, welches der die Bewegung auslösende Elektromagnet verursachte. Diese begleitenden Geräusche vermied schließlich Wirth in dem von

---

[1]) Stern, a. a. O. S. 58 ff.

[2]) Ebbinghaus, Grundzüge der Psychologie, I, S. 626 f.

[3]) Wirth, W., Ein neuer Apparat für Gedächtnisversuche mit sprungweise fortschreitender Exposition ruhender Gesichtsobjekte. Philos. Stud. 18. Siehe auch Wundt, Physiologische Psychologie, 5. Aufl. III. Band, S. 599 f.

[4]) Ranschburg, P., Apparat und Methode zur Untersuchung des (optischen) Gedächtnisses für medizinische und pädagogisch-psychologische Zwecke. Monatsschr. f. Psychiatr. u. Neurol. 10, Heft 5.

ihm konstruierten Apparat dadurch, daß er zwei in Gegenstellung angebrachten Elektromagneten nur das Zurückziehen je eines Hebels überließ und den Bewegungsantrieb, welcher bei Ranschburg ebenfalls von dem einen Elektromagneten ausging, einem Gewicht übertrug. Durch sinnvolle Dämpfungsvorrichtungen wird das auch hierbei noch unvermeidliche Geräusch auf ein Minimum reduziert. Wie das beigefügte Schema veranschaulicht, sind an der Versuchsanordnung zwei Stromkreise zu unterscheiden, welche durch die Schwingungen eines Metronompendels durch Quecksilberkontakte abwechselnd geschlossen und geöffnet werden.

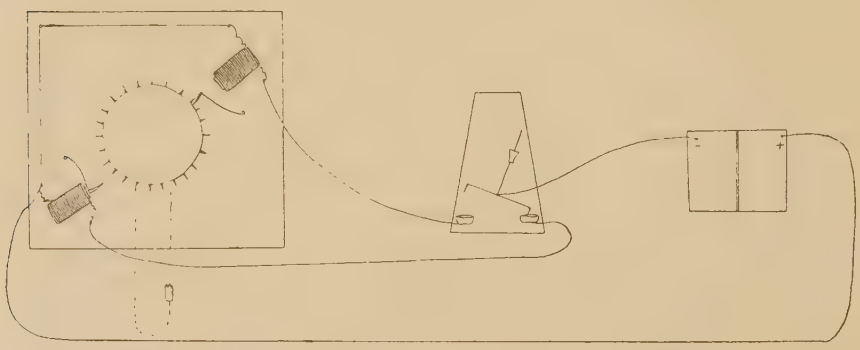


Fig. 3.

Ist der eine Stromkreis geschlossen, so ist der andere notwendig geöffnet, woraus folgt, daß stets nur einer der beiden Elektromagnete in Tätigkeit sein, daß also stets auch nur einer der beiden vor ihnen beweglichen Hebel aus seiner in den Bereich der an der Holzscheibe befestigten Stifte hereinreichenden Ruhelage entfernt, d. h. zurückgezogen werden kann. Geschieht dies, so bewirkt der Zug des Gewichts eine Drehung der Scheibe um ihre Axe, die aber alsbald durch den andern in der Ruhelage befindlichen Hebel wieder aufgehalten wird. Stifte und Hebel sind nun derart angebracht, daß die jeweilige Drehung gerade 6° beträgt, so daß also 60 einzelne Hebelhebungen oder 60 Kontakte am Metronom nötig sind, um eine volle Umdrehung der Scheibe zu bewirken. Je nach der Einstellung des Laufgewichtes an der Pendelstange des Metronoms kann die Folge der Kontakte beschleunigt, mithin die Rotationsgeschwindigkeit der Scheibe gesteigert und die Expositionsdauer des Einzelobjekts verkürzt werden.

Um das störende Geräusch des pendelnden Metronoms unschädlich zu machen, hatten wir das letztere bei unserer Anordnung in einem von dem Versuchszimmer getrennten Raume aufgestellt und mit dem optischen Apparat durch Zwischenleitungen verbunden. Ein Umschalter, welcher regelmäßig bedient wurde, verhinderte das Auftreten von Dauermagnetismus in den Elektromagneten; ein Stromschlüssel ermöglichte dem Experimentator, zur bestimmten Zeit den Apparat in Gang zu setzen und die Bewegung desselben wieder zu hemmen; die Zeiten wurden mit einer gewöhnlichen Sekundenuhr gemessen. Auf die Achse jener rotierenden Holzscheibe nun wurden Papierscheiben fest aufgesetzt, welche genau wie schon bei Ranschburg in 60 Sektoren geteilt waren, derart, daß hinter einem schwarzen Schirm, welcher den optischen Apparat bedeckte, durch einen Spalt jeweils gerade ein solcher Sektor voll sichtbar war. Auf diese Pappscheiben wurden die vierstelligen Zahlen von uns nicht mehr, wie es früher üblich war, aufgeklebt, sondern mittels eines leicht und schnell zu handhabenden Stempels mit auswechselbaren Gummitypen leserlich aufgedruckt. Dabei ließen wir zwischen je zwei Zahlen einer Reihe einen Sektor unbedruckt, zunächst um dem Beobachter nach Apperzeption einer Zahl eine minimale Erholungspause zu gönnen, eine Einrichtung, die von den Versuchspersonen spontan als äußerst wohltätig bezeichnet wurde. Andererseits aber hat dieselbe noch den weiteren Vorteil, daß durch sie der auch bei bloß visuellem Auffassen schon in dem minimalen Geräusch der arbeitenden Hebel gegebene Rhythmus unwirksam gemacht wird. Denken wir uns nämlich das Zurückziehen des einen Hebels von einem ein wenig andern Geräusch als das des andern begleitet, so würde bei kontinuierlicher Folge der Zahlen schon dieser Umstand zu einer starken Rhythmisierung, d. h. zu einer Bevorzugung gewisser Zahlen ihrer absoluten Stelle in der Reihe nach verleiten. Bei unserer Anordnung der Zahlen auf der Scheibe aber bewirkt stets derselbe Elektromagnet das Erscheinen einer Zahl, und die einzelnen Glieder der Reihe sind somit — objektiv wenigstens — gleichmäßig betont. Bei Verwendung achtgliedriger Reihen enthielt jede Scheibe eine und dieselbe Reihe dreimal, und es befanden sich zwischen je zwei Folgen dieser Reihe vier unbedruckte Sektoren, welche die einzelnen Darbietungen klar voneinander trennten. Im fünften Sektor kam dann ein Zeichen von der Form $\prec\circ\succ$,

welches die nächste Darbietung signalisierte, und auf dieses folgte sofort wieder das erste Glied der Reihe. Dieser Zwischenraum zwischen den einzelnen Darbietungen oder das Intervall ist, wie schon oben erwähnt, von dispositionsschaffendem Werte und muß somit bei der Untersuchung anderer Faktoren konstant erhalten werden. Damit ist aber zugleich eine Einschränkung hinsichtlich der Variierung der Reihenlänge gegeben, insofern nur Reihen von 4, 8, 13 und 28 Gliedern sich mit demselben Intervall von 5 Sektoren auf einer Scheibe von 60 Sektoren anordnen lassen.

Der Beobachter war nun folgendermaßen instruiert: Eine Zahlenreihe wird mehrmals dargeboten; nach einer gewissen Zwischenzeit wird eine andere Reihe vorgezeigt, welche mit der ersten zu vergleichen ist. Bei jedem Gliede derselben ist ein Urteil »alt« oder »neu« abzugeben, je nachdem dasselbe schon in der alten Reihe enthalten gewesen zu sein scheint oder nicht. Dabei sind die beiden extremen Fälle nicht ausgeschlossen, daß alle Glieder der Vergleichsreihe das Urteil »alt« oder auch »neu« verdienen. In der Zwischenzeit zwischen den Darbietungen der ersten und der Vergleichsreihe wurden vom Experimentator am Apparat die nötigen Manipulationen vorgenommen, welche die Versuchsperson in dem Glauben erhalten mußten, daß die Vergleichsreihe wirklich objektive Veränderungen enthalten könne, da ja die alte Scheibe von der Axe abgenommen und eine neue — in Wirklichkeit die identische — Scheibe aufgesetzt worden war. Unseres Wissens ist denn auch keiner der Beobachter hinter den wahren Sachverhalt gekommen. Nach einiger Übung machte es den meisten Versuchspersonen keine Schwierigkeiten mehr, die Glieder der Vergleichsreihe hinsichtlich ihres Bekanntseins rasch zu beurteilen. Jedoch ist hier eins anzumerken, was nach den Erfahrungen anderer Experimentatoren und nach unsern eigenen Beobachtungen in gleicher Weise für alle Methoden der Gedächtnisuntersuchung gilt: wegen des komplexen Charakters, welcher die Gedächtniserscheinungen vor den andern experimentell behandelten psychischen Phänomenen auszeichnet, ist hier mehr denn anderswo auf die Brauchbarkeit der Versuchspersonen zu achten. Denn in diese komplizierten psychischen Verläufe spielen so viele durch den Experimentator nicht regulierbare Faktoren, wie die Tagesdisposition, die jeweilige Gefühlslage u. a. m., herein, daß ein großes Schwanken

derselben jede genauere Untersuchung unmöglich macht. Es kommt also darauf an, Beobachter zu finden, bei denen jene unvermeidlich mitbestimmenden Größen eine möglichste Konstanz aufweisen, so daß sich eine nur unbedeutende Streuung der Werte $\frac{b}{s}$ geltend macht, während sich bei leicht erregbaren Versuchspersonen diese Streuung so steigert, daß sie eine Verwertung der Resultate bedenklich erscheinen läßt. Die experimentell gefundenen Werte $\frac{b}{s}$ wurden schließlich so von uns verrechnet, daß je zwölf derselben zu einem arithmetischen Mittelwerte zusammengefaßt wurden, ohne daß das so entstehende Zahlenverhältnis $\frac{b_1 + b_2 + \ldots + b_{12}}{s \cdot 12}$, auch wo es möglich war, durch Kürzung vereinfacht worden wäre, was ja doch nur der Übersichtlichkeit geschadet haben würde; daher erklärt es sich denn auch, daß bei der Verwendung achtgliedriger Reihen in dem Verhältnis $\frac{b}{s}$, dem Maß der relativen Menge des Behaltenen, stets der Nenner $8 \cdot 12 = 96$ auftritt.

Wie es im Wesen der Methode der identischen Reihen liegt, welche für den Vergleich eine erneute Vorzeigung jedes einzelnen Reihengliedes erfordert, wurden meist nur simultane Assoziationen zwischen den Ziffern einer Zahl, nicht sukzessive Assoziationen zwischen den Zahlen selbst gestiftet. Ganz selten nur kam es nach den Aussagen der Beobachter vor, daß auch einmal die Folge zweier Zahlen beachtet und beim Vergleich als unverändert wiedererkannt wurde. Über die Berechtigung zu dieser Einschränkung der Gedächtnisleistung auf simultane Assoziationen dürfen wir uns wohl eine Auslassung ersparen. Wir sehen sogar in dieser durchgängigen Ausschaltung der sukzessiven Assoziationen zwischen den Reihengliedern einen spezifischen Vorteil der Methode der identischen Reihen gegenüber den Methoden der Reproduktion, welche beispielsweise bei der Erlernung von sinnlosen Silben mit simultanen und sukzessiven Assoziationen arbeiteten und so die ohnehin schon sehr komplizierten Erscheinungen noch mehr verwickelten. Wie schon eingangs bemerkt, verbindet sich häufig die Wiedererkennung mit der Reproduktion zu einem psychischen Verlauf; in unsern Versuchen war dies nur in verschwindend wenigen Fällen zu konstatieren. Häufig äußerten sich

die Beobachter vielmehr dahin, daß sie auch nicht eine einzige Zahl zu reproduzieren imstande seien, die Wiedererkennung aber gehe leicht vonstatten.

Unsere experimentellen Untersuchungen, deren Resultate wir nun im folgenden bringen, erstreckten sich über einen Zeitraum von vier Semestern vom Winter 1902 bis zum Sommer 1904. Zu den Hauptversuchen hatten sich die Herren Dr. Di Carlo, Grübler, Heinrich, Hüttner, Krebs und Dr. Raffaele freundlichst als Beobachter zur Verfügung gestellt. Ihnen, wie auch allen den Herren, welche uns in den nicht weniger anstrengenden Vorversuchen ihre Zeit opferten, sei auch an dieser Stelle herzlich gedankt. Insonderheit ist es uns noch ein Bedürfnis, den Herren Professor Wundt und Dr. Wirth für das Interesse, mit dem sie den Fortgang unserer Arbeit begleiteten, unsern Dank zu sagen.

Die im folgenden aufgeführten Resultate der Untersuchungen möchten wir vor allem unter folgenden Gesichtspunkten betrachtet wissen. War es auch Hauptzweck der Versuche, die bisher zum Teil sehr allgemein gehaltenen Angaben über die Abhängigkeit der Gedächtniserscheinungen vor allem von den dispositionsschaffenden Faktoren zu vertiefen und zu erweitern, so lag es doch nebenbei in unserer Absicht, die oben aufgestellte These, daß die Erscheinungen der Wiedererkennung denjenigen der Reproduktion als Gedächtniserscheinungen zu koordinieren seien, dadurch zu rechtfertigen, daß wir für die Wiedererkennung dieselben Gesetze als gültig erwiesen, welche für die Reproduktion abgeleitet waren; wir hoffen diesen Nachweis implizite, auch ohne stets besonders auf die Übereinstimmung hinzuweisen, in der Hauptsache durchgeführt zu haben. Schließlich glauben wir auch durch unsere Resultate die Brauchbarkeit der Methode der identischen Reihen erwiesen zu haben.

§ 5.

Die Menge des Behaltenen als Funktion der Anzahl der Darbietungen.

Wie wir schon erwähnten, haben sich die bisherigen Untersuchungen der Gedächtniserscheinungen in der Hauptsache mit der Feststellung des Abhängigkeitsverhältnisses der Menge des Behaltenen zur Zwischen-

zeit beschäftigt; nur wenige haben sich auf die Ermittelung der Wirksamkeit der dispositionsschaffenden Faktoren erstreckt. Immerhin ist unter diesen die Anzahl der Darbietungen ziemlich frühzeitig untersucht worden, und zwar von Ebbinghaus[1]) nach der Ersparnismethode, und von W. G. Smith[2]) nach einer seitdem unseres Wissens nicht wieder verwandten Methode der Reproduktion, welche in einem Niederschreiben des Behaltenen unmittelbar nach der letzten Darbietung bestand. Ebbinghaus kam zu dem Resultat, daß die Festigkeit der Reihen annähernd proportional der Anzahl der Darbietungen wachse bis zu einer Grenze, welche ungefähr durch das Doppelte der zum Auswendiglernen der betreffenden Reihe nötigen Darbietungszahl bezeichnet sei. Für noch höhere Darbietungszahlen wurde die Wirkung allmählich schwächer, und Ebbinghaus hielt es nicht für ausgeschlossen, daß bei genaueren Untersuchungen sich eine entsprechende Abnahme der Wirksamkeit der Darbietungen auch schon innerhalb jener Grenzen ergeben haben würde. Außerdem liegen von Ebbinghaus[3]) noch die Resultate einer mit der Methode der Hilfen durchgeführten Versuchsreihe vor, welche, abgesehen von der ersten Lesung, wiederum ein annähernd proportionales Wachstum der Zahl der durchschnittlich behaltenen Worte mit wachsender Zahl der Lesungen ergeben. Abgesehen von dem schon oben gegen die Methode der Hilfen geltend gemachten Bedenken, läßt uns das bei diesen Versuchen verwandte Gedächtnismaterial, welches in zusammenhangslosen einsilbigen Wörtern bestand, an der Gleichmäßigkeit der von Ebbinghaus gewonnenen Einzelwerte zweifeln. In unsern eigenen Vorversuchen haben wir wenigstens die sinnvollen Wörter als ein durchaus unzuverlässiges Material kennen gelernt, welches dem Lernenden zu um so absurderen Kombinationen Anlaß gibt, je »zusammenhangsloser« man die Wortreihe hat gestalten wollen. In diesem durchaus nicht einwandfreien Material, insbesondere in der durch das Bemühen, um jeden Preis Zusammenhänge herzustellen, bewirkten Steigerung der Aufmerksamkeitsspannung mag es begründet sein, daß Ebbinghaus in diesem Punkt zu Resultaten kommt, welche von den von Smith und uns gewonnenen wesentlich abweichen.

---

[1]) Ebbinghaus, Über das Gedächtnis, S. 70 ff.
[2]) Smith, W. G., The Place of Repetition in Memory. Psych. Rev. 3, p. 21 ff.
[3]) Ebbinghaus, Grundzüge der Psychologie, I, S. 625.

Die von Smith gegebenen Tabellen lassen nämlich auf den ersten Blick eine mit steigender Darbietungszahl immer geringere Zunahme der Menge des Behaltenen erkennen. Da sich bei Smith eine in diesem Sinne zusammenfassende Gruppierung der Resultate nicht findet, geben wir hier eine Übersicht über diejenigen Werte, welche wir durch Vereinigung der richtigen mit der Hälfte der nur partiell richtigen Reproduktionen aus den von Smith gegebenen Tabellen gewonnen haben und wohl mit Recht als für die Menge des Behaltenen charakteristisch ansehen. Die Angaben beziehen sich auf diejenigen drei Versuchspersonen H., Cu. und P., mit welchen Smith die größte Zahl von Versuchen, je 21 bzw. 20 Versuche, angestellt hat.

	1 Darb.	3 Darb.	6 Darb.	9 Darb.	12 Darb.
H.	1,85	2,6	2,85	2,9	2,9
Cu.	3,15	4,35	4,95	5,85	6,35
P.	3,675	4,75	5,15	5,6	6,025

Die von uns in den Kurven I (Taf. I) gegebene graphische Darstellung des in diesen Zahlen ausgesprochenen Abhängigkeitsverhältnisses läßt ein erst rasches, dann immer mehr sich verlangsamendes Ansteigen der Kurven erkennen, deren Ordinaten der Menge des Behaltenen, deren Abszissen der Zahl der Darbietungen entsprechen, während ein proportionales Wachstum beider Größen, wie es sich bei Ebbinghaus fand, durch eine Gerade durch den Koordinatenanfangspunkt sich darstellen müßte.

Die von uns angestellten Versuche haben nun ebenfalls durchaus nicht ein proportionales Wachstum der Werte ergeben, wie schon ein flüchtiger Blick auf die Kurven II und III lehren wird, sondern sie sind, wie sich gleichfalls schon aus der Anschauung durch Vergleichung mit den Kurven I ergibt, als eine Bestätigung der von Smith festgestellten Abhängigkeitsbeziehungen zu betrachten. Es fanden sich für Vp. K. (Kurve II) folgende Werte:

Konstanten: R.L. = 8, Exp. = 0,5″, Zw.Z. = 5 Min.[1])

Zahl der Darbietungen	1	2	3	6	9
Menge des Behaltenen[2])	$\frac{51}{96}$	$\frac{66}{96}$	$\frac{76}{96}$	$\frac{85}{96}$	$\frac{87}{96}$

Für Vp. H. (Kurve III) sind die Werte folgende:

Konstanten: R.L. = 8, Exp. = 1,0″, Zw.Z. = 5 Min.

Zahl der Darbietungen	1	2	3	6	9	12	18
Menge des Behaltenen	$\frac{23}{96}$	$\frac{27}{96}$	$\frac{43}{96}$	$\frac{59}{96}$	$\frac{73}{96}$	$\frac{83}{96}$	$\frac{90}{96}$

Während die Wertfolge für Vp. K. eine stetig gekrümmte Kurve ergibt, enthält die Tabelle für Vp. H. einen Wert $\frac{27}{96}$ für eine Anzahl von zwei Darbietungen, welcher die stetige Abnahme der Werte der Menge des Behaltenen unterbricht und sich in der graphischen Darstellung durch eine Einknickung der Kurve III bemerklich macht. Da von einer solchen an der andern Kurve nichts zu entdecken ist, neigen wir dazu, diese Unregelmäßigkeit auf eine von uns nicht entdeckte Fehlerquelle oder doch wenigstens auf eine individuell bedingte anormale Aufmerksamkeitsverteilung im Falle der zweiten Darbietung zurückzuführen. Doch soll es nicht unerwähnt bleiben, daß Hawkins[3]) an einer Reihe seiner Versuchspersonen dieselbe Beobachtung gemacht hat, daß die zweite Lesung »das Gedächtnis schwäche«, also nicht nur eine der ersten Darbietung gegenüber verminderte positive wie in unserm Falle, sondern sogar eine negative Wirkung hinsichtlich des Behaltens aufweise. Er gibt dazu für verschiedene Gruppen von Lernenden

---

[1]) Die Abkürzungen bedeuten hier und in allen folgenden Tabellen: R.L. = Reihenlänge; die Ziffer gibt die Zahl der Reihenglieder an; Exp. = Expositionsdauer; Zw.Z. = Zwischenzeit zwischen der letzten Darbietung und der Vorzeigung der Vergleichsreihe.

[2]) Diese Reihe umfaßt die Werte der relativen Menge des Behaltenen. Der Proportionalität wegen (relative = $\frac{1}{8}$ absolute Menge des Behaltenen) gelten, wie schon erwähnt, die Größenbeziehungen in gleicher Weise auch für die absolute Menge des Behaltenen.

[3]) Hawkins, C. J., Experiments on Memory Types, Psych. Rev. 4, p. 290 f.

folgende Zusammenstellung von Werten, welche die Anzahl der richtig reproduzierten Elemente bezeichnen:

1. Darb.	2. Darb.	3. Darb.
52	50	58
42	41	54
36	37	54
58	44	66
48	40	65

Es ist nicht von vornherein für ausgeschlossen zu halten, daß hier eine allgemeinere Gesetzmäßigkeit in dem Sinne vorliegt, daß zwei Darbietungen, die einander unmittelbar folgen, einen geringeren Erfolg bedingen als eine einzige, oder daß wenigstens entsprechend der von uns festgestellten Abweichung die zweite Darbietung hinsichtlich ihres dispositionsschaffenden Wertes hinter den andern Darbietungen zurücksteht. Der Erklärung freilich, die Hawkins für diese vielleicht bestehende Gesetzmäßigkeit gibt, daß nämlich bei der zweiten Darbietung durch die Bildung neuer und den Verlust von der ersten Darbietung herrührender Assoziationen eine Verwirrung entstehe, welche die Menge des Behaltenen verringere, können wir nicht beistimmen. Denn es ist nicht einzusehen, warum gerade die zweite Darbietung dadurch beeinträchtigt werden soll, während bei der dritten schon nichts mehr von diesem Einfluß zu verspüren wäre. Sollte sich diese Erscheinung durch genauere Untersuchungen als allgemeingültig erweisen, so wird man wohl in einer entsprechenden Gesetzmäßigkeit des Verlaufs der Aufmerksamkeitsvorgänge die Erklärung zu suchen haben.

§ 6.

Die Menge des Behaltenen als Funktion der Expositionsdauer.

Die Frage nach der Abhängigkeit der Gedächtniserscheinungen, insbesondere der Menge des Behaltenen von der Größe desjenigen Zeitraums, innerhalb dessen das Gedächtnisobjekt apperzipiert wird, ist lange Zeit hindurch unbeachtet geblieben; erst in neuerer Zeit ist

sie von Ogden[1]) einer eingehenden Behandlung unterworfen worden. Jedoch bezieht sich diese Untersuchung hauptsächlich auf die Frage nach der Bedeutung der Expositionsdauer für das Erlernen, hinsichtlich der Menge des Behaltenen aber lassen die Tabellen[2]) wenigstens das eine klar erkennen, daß im allgemeinen, wie es ja auch nicht anders zu erwarten ist, mit abnehmender Expositionszeit die Zahl der bei der Repetition nötigen Wiederholungen wächst, was auf eine Abnahme der Menge des Behaltenen hindeutet. Im übrigen hat es Ogden vermieden, über quantitative Verhältnisse der fraglichen Größe nähere Schlüsse aus den Ersparniswerten zu ziehen, die aus den oben gegen das Ersparnisverfahren geltend gemachten Gründen ja doch ohne Wert gewesen wären.

Diese Abnahme der Menge des Behaltenen aber mit abnehmender Expositionsdauer, welche auch aus unsern Versuchen klar hervorging, zeigt nach diesen durchaus nicht einen stetigen Verlauf, sondern ist mannigfachen Schwankungen unterworfen, welche auf die Wirksamkeit noch eines andern mit der Expositionszeit eng verbundenen Faktors schließen lassen. Die mit Vp. G. und Vp. K. angestellten Versuche ergaben folgende Resultate:

Vp. G. Konstanten: D. (Darbietungen) = 3; R.L. = 8; Zw.Z. = 5 Min. Bei Vorzeigung der Vergleichsreihe wurde in dieser Versuchsfolge stets eine konstante Expositionsdauer von 1,0″ eingehalten, da sonst bei kürzeren Zeiten eine Beurteilung der Vergleichsreihe durch den Beobachter unmöglich gewesen wäre. Da es Zweck der Versuche war, den dispositionsschaffenden Wert der Espositionsdauer festzustellen, war es nicht nur erlaubt, sondern sogar methodisch geboten, bei der Untersuchung des resultierenden Effekts auch die Expositionszeit konstant zu erhalten; denn es war das unter verschiedenen Bedingungen Eingeprägte unter gleichen Bedingungen zu untersuchen.

Expositionsdauer	0,25″	0,34″	0,5″	0,625″	0,75″	1,0″	1,5″
Menge des Behaltenen	$\frac{11}{96}$	$\frac{13}{96}$	$\frac{12}{96}$	$\frac{14}{96}$	$\frac{30}{96}$	$\frac{31}{96}$	$\frac{43}{96}$

[1]) Ogden, R. M., Untersuchungen über den Einfluß der Geschwindigkeit des lauten Lesens auf das Erlernen und Behalten von sinnlosen und sinnvollen Stoffen. Arch. f. d. ges. Psych. 2.

[2]) a. a. O. S. 164 ff.

Vp. K. Konstanten: D. = 3; R.L. = 8; Zw.Z. = 5 Min. Konstante Expositionsdauer bei Vorzeigung der Vergleichsreihe = 1,0″.

Expositionsdauer	0,25″	0,34″	0,5″	0,625″	0,75″	1,0″	1,5″
Menge des Behaltenen	$\frac{32}{96}$	$\frac{50}{96}$	$\frac{76}{96}$	$\frac{77}{96}$	$\frac{90}{96}$	$\frac{85}{96}$	$\frac{92}{96}$

Beide Werfolgen zeigen deutlich ein Ansteigen der Menge des Behaltenen mit wachsender Expositionszeit, aber das Wachstum der ersteren geht sprunghaft vor sich, wie dies in der graphischen Darstellung in den Kurven IV und V durch vielfache Einknickungen anschaulich wird. Trotzdem zeigen beide Kurven eine überraschende Übereinstimmung, wenn auch diejenige der Vp. G. viel flacher ansteigt als die Kurve der Vp. K., eines hinsichtlich des Zahlenmaterials der Vp. G. offenbar überlegenen Lerners. Beide Kurven stimmen besonders in dem raschen Anstieg zwischen den Werten 0,625″ und 0,75″ der Abszisse überein und erreichen für letzteren Wert ein für die nähere Umgebung, soweit sie untersucht ist, gültiges Maximum. Wir haben hier sichtlich einen hinsichtlich der Funktion des Behaltens optimalen Wert der Expositionsdauer vor uns, eine Tatsache, die ihre subjektive Bestätigung durch die spontane Äußerung der Vp. K. erfuhr, dieses Tempo erscheine ihr für die Erlernung sehr günstig. Einige andere gelegentlich dieser Versuchsreihen gemachten Bemerkungen desselben Beobachters geben uns auch bereits einen Hinweis auf jenen vorläufig hypothetischen Faktor, der mit der Expositionsdauer eng verknüpft jene merkwürdigen Wertschwankungen bedingen mag. Eine beschleunigte Rotation, welche eine so kurze Expositionszeit zur Folge hatte, daß die Objekte gerade noch bequem apperzipiert werden konnten, wurde als anregend und darum die Konzentration erleichternd, die längste Expositionsdauer direkt als unlustbetont bezeichnet. Die hierin angedeutete Möglichkeit, daß es der Gefühlscharakter der jeweiligen Expositionsdauer sein könne, welcher die Schwankungen der Werte bedinge, wird durch die letzte mit Vp. R., einem Italiener, angestellte Versuchsreihe nur noch wahrscheinlicher gemacht. Die Versuche ergaben folgende Resultate:

Vp. R. Konstanten: D. = 3; R.L. = 8; Zw.Z. = 5 Min. Konstante Expositionsdauer bei Vorzeigung der Vergleichsreihe = 1,0″.

Expositionsdauer	0,25″	0,34″	0,5″	0,625″	0,75″	1,0″	1,5″
Menge des Behaltenen	43/96	39/96	47/96	46/96	38/96	40/96	30/96

Wie die graphische Darstellung dieser Abhängigkeitsbeziehung durch Kurve VI lehrt, überwiegt hier anscheinend der Gefühlscharakter der einzelnen Expositionsdauer so sehr, daß er sogar die bei den andern Versuchspersonen zweifellos vorhandene dispositionsschaffende Wirkung derselben zerstört. Vp. R. zeigte von Anfang an ein auffällig starkes Bedürfnis nach rhythmischer Gliederung der Apperzeptionsakte, und eine jede in einer andern Expositionsdauer gegebene neue Art der Rhythmisierung war für sie stark gefühlsbetont. So war die längste Expositionszeit für sie durch ein starkes Unlustgefühl als langweilig charakterisiert, wogegen sie schnellere Rotationen als erregend bezeichnete und aus der kürzesten Expositionsdauer sogar einen Rhythmus heraushörte, der ihr »wie eine musikalische Begleitung« erschien; dem entspricht das erstaunlich rasche Ansteigen der Kurve VI für diesen Wert von 0,25″. Aus diesen Resultaten scheint mit Gewißheit hervorzugehen, daß sich jene Wertschwankungen der Menge des Behaltenen zunächst auf den Gefühlscharakter der Expositionszeiten werden zurückführen lassen. Es ist Aufgabe eines späteren Abschnitts (§ 11), zu zeigen, daß auch dieser spezifische Gefühlston eine Beziehung auf den für alle Gedächtniserscheinungen fundamentalen Faktor der Aufmerksamkeitsverteilung zuläßt.

Eine unvermeidliche innere Ungleichmäßigkeit weisen freilich diese Versuche insofern auf, als wir für sie einen konstanten Anfangswert der Aufmerksamkeitsspannung nicht voraussetzen dürfen; es scheint vielmehr, als habe die Einführung einer kürzeren Expositionsdauer jeweils eine Steigerung, die Einführung einer längeren Expositionszeit eine Verminderung jenes Anfangswertes zur Folge, so daß also jeder bestimmten Expositionsdauer auch eine bestimmte anfängliche Einstellung der Aufmerksamkeit entspräche. Jedoch würde sich dieser Umstand nur in einer relativen Begünstigung der kurzen Expositionszeiten hinsichtlich der Menge des Behaltenen äußern, keinesfalls aber

zur Erklärung jener Wertschwankungen beitragen können. Es könnte schließlich der Versuch gemacht werden, aus den beigegebenen Kurven IV, V und VI das Vorhandensein zweier hinsichtlich der Menge des Behaltenen optimaler Expositionszeiten abzulesen und diese auf die bewußte bzw. mechanische Auffassung des Materials zurückzuführen nach Analogie der von Ogden[1]) hinsichtlich der Lernzeit festgestellten beiden optimalen Geschwindigkeiten, welche der bewußten und der mechanischen Lernweise entsprechen sollen. Doch würden wir einer solchen Deutung deshalb nicht beistimmen können, weil bei dem von uns verwandten Zahlenmaterial an eine bewußte Lernweise im Sinne einer Auffassung und apperzeptiven Verarbeitung des Materials nach seiner Bedeutung nicht die Rede sein kann und daher nur an eine sogenannte mechanische Einprägung zu denken ist, welche ja auch wegen ihres zweifellos einfacheren Charakters zunächst Gegenstand psychologischer Untersuchungen sein muß.

§ 7.

Die absolute und die relative Menge des Behaltenen als Funktionen der Reihenlänge.

Hat auch die Frage nach der Wirksamkeit des Umfangs des zu verarbeitenden Gedächtnismaterials auf die Menge des Behaltenen noch keine systematische Bearbeitung erfahren, welche sich über die Feststellung eines allgemeineren Zusammenhanges hinaus erstreckt hätte, so sind doch die allgemeingültigen Abhängigkeitsbeziehungen ihrem hauptsächlichen Verlaufe nach schon seit längerer Zeit von verschiedenen Seiten her abgeleitet worden. Schon Ebbinghaus[2]) machte die Frage zu einem Gegenstand seiner Untersuchungen und fand eine absolut wie relativ um so beträchtlichere Ersparnis, je länger die zu lernende Reihe war. Hinsichtlich der absoluten Menge des Behaltenen stellten sodann im Einklange mit ihm Binet und Henri[3]) fest, daß die absolute Zahl der Worte, die man nach einem einmaligen Anhören unmittelbar wiederholen kann, mit der Zahl der Worte wächst, aus denen die Reihe besteht. Dagegen fanden Müller und

[1]) a. a. O. S. 186.
[2]) Ebbinghaus, Über das Gedächtnis, S. 114 f.
[3]) Binet et Henri, La mémoire des mots, Année Psych. 1, p. 6 ff.

Pilzecker[1]) hinsichtlich der relativen Menge des Behaltenen, daß die relative Trefferzahl für längere Reihen geringer war als für kürzere, ein Resultat, das von Brodmann[2]) neuerdings bei Untersuchung eines an amnestischer Geistesstörung Erkrankten bestätigt wurde. Das Resultat Pentschews[3]), daß längere Reihen »im Gedächtnis fester haften« als kürzere, bezieht sich trotz seiner Allgemeinheit auf die relative Festigkeit und damit auf die relative Menge des Behaltenen, denn es ist aus den Verhältnissen der relativen Ersparniswerte an Wiederholungen abgeleitet. Dieser Umstand läßt es begreiflich erscheinen, daß dieses Resultat eines Wachstums der relativen Menge des Behaltenen mit zunehmender Reihenlänge zu den Resultaten von Müller-Pilzecker und Brodmann und zu unsern eigenen Ergebnissen im Widerspruch steht.

Tragen unsere eigenen Versuche so ihren Teil zur Entscheidung dieses Streites zwischen gegensätzlichen Resultaten bei, so geben sie auch ein Bild vom Wachsen und Fallen der Werte mit zunehmender Reihenlänge — wenn auch nur in bescheidenen Grenzen. Denn es lag, wie schon oben erwähnt, in unserer Versuchstechnik begründet, daß uns nur Reihen von 4, 8 bzw. 13 Gliedern zur Verfügung standen. Auf die einzige, noch offenstehende Möglichkeit der Verwendung 28-gliedriger Reihen mußten wir wegen der zeitraubenden Druckarbeit, welche solche Reihen erheischen, verzichten. Eine Vermehrung der die einzelne Zahl konstituierenden Ziffern war aber deshalb nicht angängig, weil sie nicht eine Verlängerung der Reihen, sondern vielmehr eine Veränderung des Materials bedeutet hätte, welches ja bei allen unsern Versuchen konstant zu erhalten war. Trotz der so in den äußeren Umständen bedingten geringen Variationsmöglichkeit der Reihenlänge dürfen wir doch die Resultate der von uns angestellten Versuche als zur Bestätigung der Gültigkeit der von anderer Seite für die Tatsachen der Reproduktion abgeleiteten Gesetzmäßigkeit auch für die Wiedererkennung genügend ansehen. Das Ergebnis der beiden dieser Frage gewidmeten Versuchsreihen war folgendes:

---

[1]) Müller und Pilzecker, Experimentelle Beiträge zur Lehre vom Gedächtnis. Zeitschr. f. Psych. Erg.-Bd. 1, S. 172.

[2]) Brodmann, Experimenteller und klinischer Beitrag zur Psychopathologie der polyneuritischen Psychose. Journ. f. Psych. u. Neurol. 3, S. 12 ff.

[3]) Pentschew, a. a. O. S. 482.

Vp. K. Konstanten: D. = 3; Exp. = 1,0″; Zw.Z. = 5 Min. (s. Kurven VII und VIII).

Zahl der Reihenglieder	4	8	13
Absolute Menge des Behaltenen	$\frac{46}{12}$	$\frac{85}{12}$	$\frac{101}{12}$
Relative Menge des Behaltenen	$\frac{46}{48} = \frac{1196}{1248}$	$\frac{85}{96} = \frac{1105}{1248}$	$\frac{101}{156} = \frac{808}{1248}$

Vp. H. Konstanten: D. = 3; Exp. = 1,0″; Zw.Z. = 5 Min. (s. Kurven IX und X).

Zahl der Reihenglieder	4	8	13
Absolute Menge des Behaltenen	$\frac{36}{12}$	$\frac{43}{12}$	$\frac{51}{12}$
Relative Menge des Behaltenen	$\frac{36}{48} = \frac{936}{1248}$	$\frac{43}{96} = \frac{559}{1248}$	$\frac{51}{156} = \frac{408}{1248}$

Aus beiden Tabellen ergibt sich unmittelbar, daß mit wachsender Reihenlänge die absolute Menge des Behaltenen zunimmt, die relative Menge des Behaltenen dagegen abnimmt.

§ 8.

Die Menge des Behaltenen als Funktion der zwischen den Einzeldarbietungen verfließenden Zeit oder des Intervalls.

Als ein die Menge des Behaltenen beeinflussender Faktor steht das Intervall, wie wir das die einzelnen Darbietungen trennende Zeitintervall kurz genannt haben, mitteninne zwischen den dispositionsschaffenden und -störenden Faktoren. Es wächst nämlich, um das Resultat vorwegzunehmen, zunächst mit wachsendem Intervall auch die Menge des Behaltenen, um aber dann von einer bestimmten Grenze an bei weiterem Wachsen des Intervalls kontinuierlich zu sinken. Es kann also das Intervall je nach seiner Länge als dispositionsschaffender oder auch als dispositionsstörender Faktor auftreten.

Die Frage nach der Wirksamkeit des Intervalls verdankt ihre Entstehung einem andern, schon von Ebbinghaus[1]) erwähnten Problem,

[1]) Ebbinghaus, Über das Gedächtnis, S. 122.

nämlich der Frage nach dem Verhältnis von Verteilung und Häufung der Darbietungen. Obwohl somit das Problem implizite schon in diesem andern gegeben war, ist unseres Wissens die Frage bisher nur gestreift worden[1]), ohne eine exakte Beantwortung mit Hilfe des Experiments gefunden zu haben. Sie ist ungelöst geblieben, obwohl das endgültige Resultat die zwischen Verteilung und Häufung der Darbietungen aufgestellten Beziehungen wesentlich modifizieren muß, in dem Sinne nämlich, daß die Gültigkeit des bisher anerkannten Gesetzes über die »Ökonomie der ausgiebigsten Verteilung« in gewisse Grenzen geschlossen wird. Darum ist das Problem der Häufung oder Verteilung der Darbietungen erst dann als endgültig gelöst zu betrachten, wenn jene zweite Frage nach der Wirksamkeit der Größe des Intervalls in allen ihren Teilen eine Beantwortung gefunden hat.

Wie schon erwähnt, spricht bereits Ebbinghaus die Vermutung aus, daß bei einer größeren Anzahl von Darbietungen eine angemessene Verteilung derselben über einen gewissen Zeitraum bedeutend vorteilhafter sein werde als ihre Kumulierung auf eine bestimmte Zeit. Jost[2]) hat dann, der von Ebbinghaus gegebenen Anregung folgend, die Frage sowohl nach dem Ersparnis- wie nach dem Treffverfahren untersucht und ist zu dem Resultat gekommen, daß bei dem von ihm gewählten und konstant erhaltenen Intervall die Erlernung dann mit der geringsten Zahl von Darbietungen ermöglicht wird, wenn dieselben im ausgiebigsten Maße verteilt sind[3]). Um dies Ergebnis zu erklären, stellte Jost den Satz auf: »Sind zwei Assoziationen von gleicher Stärke, aber verschiedenem Alter, so hat für die ältere eine Neuwiederholung größeren Wert«. Dieser Satz ist nun keineswegs so hypothetisch, wie es nach Jost wohl scheinen

---

[1]) Meumann, Experimente über Ökonomie und Technik des Lernens. Zürich 1901. S. 48 f.

[2]) Jost, A., Die Assoziationsfestigkeit in ihrer Abhängigkeit von der Verteilung der Wiederholungen. Zeitschr. f. Psychol. 14.

[3]) Oder, wie man sich in der auf dieses und das verwandte Problem des Lernens im Ganzen oder in Teilen bezüglichen Literatur in einer für den Psychologen etwas befremdlichen Terminologie auszudrücken pflegt: »Die ausgiebigste Verteilung stellt die ökonomischste Art zu lernen dar«. Wir möchten nicht dazu beitragen, diesen Begriff einzubürgern, weil er seinem Wesen nach der rein psychologischen Fragestellung fremd ist, und, wie uns scheint, dieselbe auf Abwege zu führen droht.

mag, sondern er formuliert einfach das Ergebnis der angestellten Versuche; erklären aber kann er es aus diesem Grunde nicht. Eine Formulierung jenes Resultates ist der Satz deshalb, weil in der Tat die Dispositionen der verteilt gelernten Reihen älter sind als diejenigen der kumulierten, wenn eine bestimmte, etwa die zehnte Darbietung erfolgt, und weil weiter die geringere Zahl nötiger Darbietungen im ersteren Falle einen größeren Wert der einzelnen Darbietung erfordert. Nur ist der Jostsche Satz viel zu speziell gefaßt, und durch Einführung der Voraussetzung gleicher Assoziations-(Dispositions-)stärken beider Reihen entfernt er sich ganz von den tatsächlich vorliegenden Verhältnissen. Nehmen wir z. B. an, von zwei gleich schweren Reihen werde eine jede zehnmal dargeboten; jedoch folge bei der ersten eine Darbietung der andern ohne Unterbrechung bis zur zehnten, während bei der zweiten Reihe zwischen je zwei Darbietungen ein Intervall von 30 Sekunden liege. Die letztere, verteilte Reihe enthält dann die im Jostschen Sinne älteren Dispositionen. Es wird nun zunächst im jeweiligen Zeitpunkt entsprechender Darbietungen die verteilte Reihe der kumulierten an Stärke der Dispositionen nachstehen, z. B. bei der zweiten Darbietung, da bei der verteilten Reihe bis dahin seit der ersten Darbietung mehr Zeit vergangen ist als zwischen der ersten und zweiten Darbietung der gehäuften Reihe. In einem gewissen Zeitpunkt wird dann der ganz spezielle Fall eintreten, den Jost seinem Satz zugrunde legt, daß die Dispositionsstärken beider Reihen einander gleich sind, und von da an wird die Dispositionsstärke der verteilten Reihe überwiegen. An Stelle des von Jost aufgestellten müßte also der allgemeinere Satz treten: Für eine ältere Disposition hat eine Neuwiederholung einen größeren absoluten Wert hinsichtlich der Stärkung dieser Disposition als für eine jüngere Disposition, mag die erstere nun von geringerer, gleicher oder größerer Stärke als die letztere sein. Dieser Satz würde wirklich das von Jost gefundene Resultat hinsichtlich der Erlernung wie auch das analoge Ergebnis hinsichtlich der Menge des Behaltenen formulieren, aber er hat, für die Funktion des Behaltens wenigstens, nur innerhalb gewisser Grenzen des Intervalls Gültigkeit, wie unsere Versuche ergeben haben, und hinsichtlich des Erlernens dürfte sich bei näherem Zusehen dasselbe ergeben.

Die schon von den Versuchspersonen selbst gemachte Beobach-

tung, daß ein kurzes Intervall wohltätig wirke, ein längeres dagegen den Erfolg zweifelhaft erscheinen lasse, bestätigt sich vollkommen in den zahlenmäßigen Resultaten:

Vp. H. Konstanten: D. = 3; Exp. = 1,0″; Zw.Z. = 5 Min.; R.L. = 8. Die Verteilung der Darbietungen war die ausgiebigste, d. h. die Intervalle wurden zwischen je zwei Darbietungen eingeschoben.

Werte des Intervalls	4,0″	1,0′	2,0′	5,0′
Menge des Behaltenen	$\frac{43}{96}$	$\frac{52}{96}$	$\frac{62}{96}$	$\frac{52}{96}$

Vp. Hr. Konstanten: D. = 2; Exp. = 0, 5″; Zw.Z. = 6 Min.; R.L. = 8.

Werte des Intervalls	4,0″	3,0′	4,0′	5,0′	10,0′
Menge des Behaltenen	$\frac{89}{96}$	$\frac{91}{96}$	$\frac{95}{96}$	$\frac{90}{96}$	$\frac{88}{96}$

Das Hauptergebnis dieser beiden Versuchsreihen sehen wir in der Feststellung des Vorhandenseins eines kritischen Intervalls, für welches die ausgiebigste Verteilung der Darbietungen ein Maximum der Menge des Behaltenen ergibt. Die Stelle dieses Optimums der Länge des Intervalls ist von uns nicht wirklich aufgefunden — dazu ist die Zahl der gefundenen Werte viel zu klein —, seine Existenz folgt aber notwendig aus dem Steigen und Fallen der Einzelwerte und ergibt sich anschaulich aus der Existenz der Maxima in den Kurven XI und XII. In einer eingehenderen Untersuchung, die diese Frage entschieden verdient, wäre dieses kritische Intervall durch Einschließung in immer engere Grenzen näherungsweise möglichst genau festzulegen und — wodurch sich das Problem noch interessanter gestaltet — in seiner Abhängigkeit von den andern Faktoren, wie von der Expositionszeit, Reihenlänge usw., zu untersuchen. Denn es ist anzunehmen, daß mit Variierung dieser Größen auch das kritische Intervall sich verkleinern und vergrößern oder, graphisch dargestellt, das Maximum der Menge des Behaltenen auf der Kurve wandern wird. Da wir Versuche mit partieller Kumulierung der Darbietungen nicht angestellt haben, bleibt überdies die Frage offen, ob auch noch jenseits des kritischen Intervalls eine maximale Verteilung der Darbietungen hinsichtlich des

Erlernens und des Behaltens günstiger ist als eine partielle Kumulierung derselben, deren einzelne cumuli durch dasselbe Intervall wie jene einzelnen Darbietungen getrennt sind, wie dies Jost hinsichtlich des Erlernens für Intervalle festgestellt hat, welche unter jenen besonderen Verhältnissen seiner Versuchskonstanten offenbar unter dem kritischen Intervall lagen. Sollte nun gar jenseits des kritischen Intervalls jene Beziehung zwischen ausgiebigster Verteilung, partieller und totaler Kumulierung nicht mehr gelten, so würden sich die Verhältnisse noch mehr verwickeln; sie liegen aber, auch abgesehen von dieser Möglichkeit, so schon kompliziert genug. Für Intervalle nämlich, die kleiner als der kritische Wert sind, wird nach den bisherigen Resultaten die ausgiebigste Verteilung der Darbietungen hinsichtlich der Erlernung und des Behaltens das günstigste Ergebnis liefern, während bei Vergrößerung des Intervalls über den kritischen Punkt hinaus bezüglich der Funktion des Behaltens die Wirkung der ausgiebigsten Verteilung zunächst derjenigen einer ebensolchen Verteilung bei kleinerem Intervall, sodann bei weiter anwachsendem Intervall der Wirkung einer partiellen Kumulierung mit kleinerem Intervall, und schließlich sogar derjenigen einer totalen Kumulierung gleichkommen und unter sie herabsinken kann. Berücksichtigt man dazu die wahrscheinlich bestehende Abhängigkeit der Lage des kritischen Intervalls von den andern Faktoren, zu denen sich als weiterer wirksamer Faktor die Art des Materials gesellen wird, so zeigt sich, daß die Akten über die Frage der Verteilung und Kumulierung der Darbietungen noch keineswegs als geschlossen, auf jeden Fall aber die pädagogischen Folgerungen als verfrüht zu betrachten sind, welche man aus den bisherigen Resultaten ziehen zu dürfen glaubte.

Daß der Jostsche Satz auch in seiner modifizierten Form: »Innerhalb gewisser Grenzen hat eine Neuwiederholung größeren dispositionsstärkenden Wert für eine ältere als für eine jüngere Disposition, gleichviel, ob die erstere der letzteren an Stärke nachsteht, gleichkommt oder überlegen ist« jene eigentümliche, erst positive, dann negative Wirksamkeit des Intervalls nicht zu erklären vermag, sondern lediglich das Ergebnis formuliert, haben wir schon oben hervorgehoben. Dieser Satz bedarf vielmehr selbst erst wieder der Entwicklung und Begründung aus einfacheren psychischen Tatsachen. Die nächstliegende Ableitung der Erscheinung aus der von der voraufgehenden Erler-

nung her noch nachwirkenden Ermüdung als negativem oder aus der durch das längere Intervall begünstigten Auffrischung der Konzentrationsfähigkeit als positivem Moment weist Jost als unzureichend zurück, ohne freilich den Versuch zu machen, seinen Satz auf andere Weise aus dem psychischen Geschehen abzuleiten. Er begnügt sich damit, an Stelle der Ermüdung die in seinem Satz ausgesprochene Gesetzmäßigkeit zu setzen, zu deren Erklärung man aber doch immer wieder unseres Erachtens auf die Ermüdung bzw. Erfrischung während des längeren Intervalls wird zurückgreifen müssen. Die Ermüdung aber will Jost deswegen nicht als nächste Ursache jenes gesetzmäßigen Verhaltens anerkennen, weil er dieses auch konstatieren konnte in einer Versuchsreihe, in welcher eine eventuelle Ermüdung seiner Meinung nach auch die verteilten Reihen in gleicher Weise wie die gehäuften schädigen mußte.

Er ließ nämlich Reihen nach folgendem Schema lernen:

1. Tag: $C_1 V_1 C_1 V_2 C_1 V_3 C_1 V_4 C_1 V_5 C_1 V_6$
2. Tag: $V_1 C_2 V_2 C_2 V_3 C_2 V_4 C_2 V_5 C_2 V_6 C_2$ usw.,

wo jeder Buchstabe vier aufeinander folgenden Darbietungen einer und derselben Reihe entspricht, und die C die kumulierten, die V mit verschiedenen Indices lauter verschiedene, also verteilte Reihen bedeuten, welche erst am nächsten Tage wiederzukehren pflegten. Da trotz dieser Anordnung der Reihen, bei welcher nach Josts Ansicht eine eventuelle Ermüdung verteilte wie kumulierte Reihen wegen ihrer Mischung in gleichem Maße benachteiligen mußte, die verteilten Reihen wiederum weniger Wiederholungen bis zur schließlichen Erlernung erforderten als die gehäuften, kann nach Jost die Ermüdung als Erklärungsgrund nicht in Betracht kommen. Wir können aber diesem Beweis nicht die Kraft zugestehen, welche uns veranlassen würde, auf diese nächstliegende Erklärung zu verzichten. Ganz abgesehen nämlich davon, daß, wie Jost selbst zugesteht, die im Vergleich zu den andern Versuchsreihen sehr geringe Größe der Differenz der Wiederholungszahlen überraschen muß, abgesehen auch davon, daß in dieser Versuchsreihe das wissentliche Verfahren angewandt wurde und also der Beobachter über den Zweck der Versuche unterrichtet war — ein trotz der größten Zuverlässigkeit der Versuchsperson besonders bei Gedächtnisversuchen anerkannt bedenkliches

Moment —, ist vor allem zu berücksichtigen, daß das bei jeder neuen Verteilungsreihe auftretende neue Gedächtnismaterial durch Erregung des Interesses mit der resultierenden Anregung die vorhandene Ermüdung ganz oder zum Teil kompensieren mußte, wogegen bei der an einem Tage 24 mal gelesenen Häufungsreihe an eine solche Kompensation nicht zu denken ist. Wir werden darum mit Recht zur Erklärung der in Frage stehenden Gesetzmäßigkeit auch auf die Ermüdung zurückgreifen dürfen.

Ein anderer Versuch, den oben formulierten Satz aus einer neuen Gesetzmäßigkeit abzuleiten und zu begründen, wurde von L. Steffens[1]) unternommen. Dieser Erklärungsversuch fußt auf dem a. a. O. abgeleiteten Satze: »Sind zwei Assoziationen (sc. Dispositionen) von verschiedener Stärke (aber gleichem Alter), so fällt der Ersparniswert (und mit ihm die Dispositionsstärke) der schwächeren Assoziation, absolut genommen, in der Zeit langsamer ab«. Hieraus folgt, wie die hier wiedergegebene graphische Verdeutlichung[2]) zeigt,

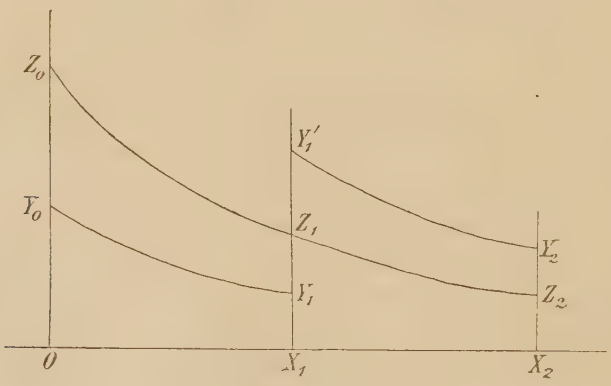


Fig. 4.

daß die verteilten Darbietungen auf einem relativ höheren Niveau Y_1 der Dispositionsstärke zur Geltung kommen als die entsprechenden kumulierten Darbietungen und darum schließlich größere Dispositionsstärken als letztere oder hinsichtlich der Erlernung in geringerer Zahl denselben Effekt der Einprägung wie jene erzielen.

[1]) Steffens, Experimentelle Beiträge zur Lehre vom ökonomischen Lernen. Zeitschr. f. Psych. 22, S. 374 ff.

[2]) Steffens, a. a. O. S. 375.

Nur können wir Steffens darin nicht beistimmen, daß das schließliche Übergewicht der verteilten Darbietungen nur auf die verschiedene Kurvenkrümmung in entsprechenden Punkten der Abszisse zurückzuführen sei. Wir neigen vielmehr dazu, diese Krümmungsunterschiede zu verkleinern, ohne sie aber ganz zu übersehen, dafür aber den Ordinatenzuwachs $Y_0 Z_0$ [1]) nicht gleich $Y_1 Y_1'$, sondern kleiner als diese Strecke anzunehmen, und das Recht dazu leiten wir aus der durch das Intervall ermöglichten Erfrischung, bzw. aus dem negativen Moment der Ermüdung bei der Kumulierung der Darbietungen ab. Wir setzen daher an Stelle jener Figur in etwas übertriebenem Maßstab die folgende:

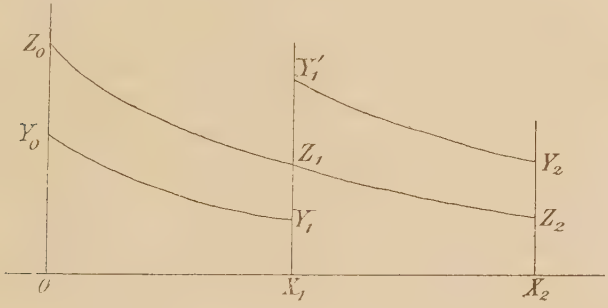


Fig. 5.

Es ist also neben dem Moment des langsameren Abfalls der Stärke schwächerer Dispositionen doch die Ermüdung bzw. Auffrischung, welche das Übergewicht der verteilten Darbietungen hinsichtlich des Erlernens wie des Behaltens diesseits des kritischen Intervalls bedingt. Erst die Hinzunahme des Faktors der Ermüdung läßt eine Erklärung der gefundenen Gesetzmäßigkeit eines anfänglichen Wachstums und eines darauf folgenden Abfalls der Menge des Behaltenen mit wachsendem Intervall zu, während aus dem von Steffens allein verwandten Erklärungsprinzip des langsameren Stärkeabfalls der schwächeren Dispositionen eine von Anfang an kontinuierliche Abnahme der Menge des Behaltenen mit wachsendem Intervall folgen würde, wie man sich leicht durch eine Zeichnung überzeugen kann. Dagegen läßt sich bei Berücksichtigung beider Faktoren, der Ermüdung sowohl wie der

[1]) Auf keinen Fall darf wegen des geringeren dispositionsschaffenden Wertes späterer Darbietungen $Y_0 Z_0 = O Y_0$ sein, wie dies in der Figur Steffens' der Fall ist.

dispositionsstörenden Wirkung des Intervalls als einer Zwischenzeit — denn darauf kommt, wie sich im nächsten Paragraphen ergeben wird, das Steffenssche Erklärungsprinzip hinaus —, die teils positive, teils negative Wirksamkeit des Intervalls mühelos begreifen.

Die Wirkung desselben ist nun je nach seiner Größe doppelter Art; sie kann dispositionsschaffend oder -störend sein, oder — besser gesagt — sie ist immer beides zu gleicher Zeit, und je nach dem Vorherrschen der einen oder der andern Wirkungsweise charakterisieren wir im besonderen Falle das Intervall. Dieser doppelte Einfluß des Intervalls wird verständlich, sobald wir es als eine reine Zeitgröße betrachten. Die Zeit wirkt zunächst negativ, dispositionsstörend durch Verwischung und Lockerung der bisher geschaffenen Dispositionen, wie wir im nächsten Paragraphen ausführen werden; sie wirkt aber zugleich positiv, der weiteren Stärkung der schon vorhandenen Dispositionen günstig, durch eine Hebung der Konzentrationsfähigkeit, welcher physiologisch eine Regeneration gewisser Energien im Zentralorgan und in den Leitungsbahnen parallel gehen mag. Wir dürfen daher auf Grund unserer Ergebnisse annehmen, daß die positive Wirkung des Intervalls die negative mit steigenden Werten des letzteren zunächst um immer größere Werte übertrifft, daß diese Differenz im kritischen Intervall ihr Maximum erreicht, um dann stetig zu fallen, schließlich ganz zu verschwinden und einem Überschuß der negativen über die positive Wirkung Platz zu machen. Oder wenn eine graphische Veranschaulichung erlaubt ist, so kann man eine Kurve der Wirksamkeit des Intervalls im positiven oder negativen Sinne als eine durch Superposition entstandene Kombination zweier Einzelkurven darstellen, welche die Wirkung des Intervalls im positiven oder negativen Sinne getrennt erkennen lassen. Gibt die Abszisse die Zeitwerte des Intervalls und die Ordinate auf ihrer positiven Hälfte, d. h. oberhalb der Abszissenachse, die Größe der positiven, unterhalb derselben die Größe der negativen Einwirkung des Intervalls, so verläuft die Wirkungskurve anfänglich ansteigend im positiven Feld, fällt dann, nachdem sie im kritischen Intervall das Maximum erreicht hat, ab und sinkt schließlich unter die Abszissenaxe herab.

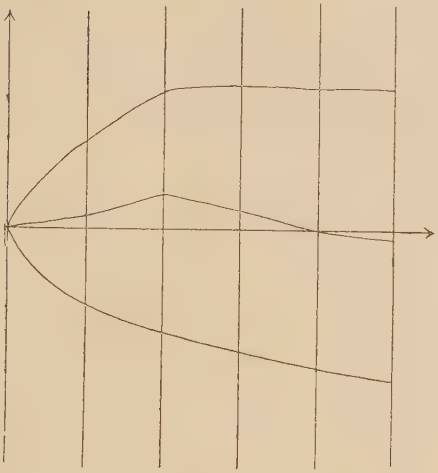


Fig. 6.

Für die im übrigen natürlich ganz willkürliche Zeichnung entnehmen wir die Berechtigung, die Kurve der negativen Wirkung des Intervalls so zu zeichnen, wie es hier geschehen ist, dem folgenden Paragraphen; in ihrem Verlauf ist die von L. Steffens ausgesprochene Gesetzmäßigkeit enthalten. Aus der Figur wird unmittelbar klar, daß der Steffenssche Satz allein nicht genügen würde, das Wachsen und Abnehmen der Menge des Behaltenen mit steigendem Intervall zu erklären.

Es soll schließlich nicht unterlassen werden, noch einen Erklärungsversuch jener im Jostschen Satz ausgesprochenen Gesetzmäßigkeit zu erwähnen, den Ebbinghaus[1]) unter Anerkennung der Behauptung, daß die Ermüdung jenes Phänomen nicht erklären könne, unternommen hat. Da nach Versuchen von Müller und Pilzecker die Assoziationen unmittelbarer Folge oder die Hauptassoziationen bedeutend langsamer schwinden als die Assoziationen mittelbarer Folge oder Nebenassoziationen, so ist zu schließen, daß nach einem gewissen Intervall die Haupt- den Nebenassoziationen relativ mehr überlegen sind als unmittelbar nach der Darbietung. »Die Hauptassoziationen sind es aber, auf die es bei der Einprägung ankommt.« Daraus wäre dann die dispositionsschaffende Wirkung des Intervalls

[1]) Ebbinghaus, Grundzüge der Psychologie, I, S. 629 f., 648.

sofort zu verstehen, sobald man mit Ebbinghaus voraussetzt, daß die verstärkende Wirkung einer neuen Darbietung sich auf die bereits bestehenden Dispositionen irgendwie in Abhängigkeit von deren Festigkeit verteilt, und zwar so, daß die aufgewandte Arbeit den stärkeren Dispositionen in höherem Maße zugute kommt als den schwächeren. Ohne diesen Erklärungsversuch von vornherein als verfehlt hinstellen zu wollen, müssen wir doch das Bedenken erheben, daß die Voraussetzung, auf die er sich stützt, durchaus nicht so natürlich ist, wie es wohl auf den ersten Blick scheinen mag. Es ist ebensogut das Gegenteil denkbar, daß der Arbeitsertrag in höherem Maße den schwachen Dispositionen zufließt, und unsere Versuche über das allmähliche Festwerden der Reihen machen es uns mehr als wahrscheinlich, daß Dispositionen, welche bis zu einem gewissen Stärkegrad gelangt sind, zugunsten der noch nicht so weit gefestigten Dispositionen vernachlässigt werden, und zwar bisweilen so sehr, daß sie unter den Stärkegrad, den sie schon besaßen, wieder herabsinken[1]). Es ist also jene Voraussetzung durchaus nicht selbstverständlich; sie bedarf vielmehr einer experimentellen Prüfung, und von deren Ausgang wird es abhängen, ob man diese Erklärung wird gelten lassen dürfen. Einfacher freilich und näherliegend scheint uns die Zurückführung der Wirksamkeit des Intervalls auf die Erscheinungen der Ermüdung und des Stärkeabfalls der Dispositionen in der Zeit zu sein, wie wir sie oben vorgenommen haben.

§ 9.

Die Menge des Behaltenen als Funktion der Zwischenzeit.

Als dispositionsstörender und darum seiner spezifischen Wirkung, des Vergessens, wegen wohl zuerst in die Augen fallender Faktor hat die zwischen dem Abschluß des dispositionsschaffenden Aktes der Apperzeption und der Realisierung der Dispositionen in der Reproduktion oder Wiedererkennung verfließende Zeit von Anfang an das hauptsächliche Interesse der Forschung auf sich gezogen und darum bei weitem die meisten experimentellen Behandlungen hinsichtlich ihrer Wirkungsweise erfahren. Schon Ebbinghaus kam in diesem Punkte sogar zu einer mathematischen Formulierung der bestehenden

[1]) Vgl. auch Müller und Schumann, a. a. O. S. 291.

Abhängigkeitsbeziehungen, welche später von Wolfe und Radoslawow für die Wiedererkennung einfacher Sinneseindrücke im allgemeinen übernommen und bestätigt wurde, daß nämlich das Verhältnis des Behaltenen zum Vergessenen umgekehrt proportional dem Logarithmus der verflossenen Zeit sei. Oder wenn wir uns mit einer zwar allgemeineren, dafür aber vollständig gesicherten Formulierung der Gesetzmäßigkeit begnügen wollen, so ist zu sagen, daß die Menge des Behaltenen erst sehr rasch, dann aber immer langsamer mit wachsender Zwischenzeit abnehme. Eine ganze Reihe von Untersuchungen über das Gedächtnis für einfache Sinneswahrnehmungen[1]) führten alle zu demselben Ergebnis. So fand Loewenton bei Versuchen, welche er mit einer Modifikation des Weberschen Zirkels anstellte, daß die zwischen je zwei aufeinander folgenden Berührungen mit den Schenkeln des Apparates verfließende Zeit in dem Sinne einen Einfluß äußere, daß der Unterschied in den hinsichtlich ihrer Größe einzuschätzenden Abständen mit Vergrößerung des zwischen den Eindrücken liegenden Zeitraums immer ungenauer wahrgenommen werde. Für die nachträgliche Lokalisation von Tastempfindungen stellte Barth fest, daß der mittlere Fehler mit steigender Zwischenzeit erst relativ rasch, dann immer langsamer zunehme, um schließlich einen fast konstanten Wert zu erreichen. Landaus Untersuchungen des Gedächtnisses für aktiven und passiven Muskelsinn, die Versuche Schneiders über das Gedächtnis für aktive Bewegungen, wie v. Tschischs und Hirschbergs Ausführungen über das Gedächtnis für intensiv abgestufte Gehörswahrnehmungen bzw. für Tonunterschiede lassen alle mehr oder weniger deutlich dieselbe Abhängigkeit der beiden Größen zutage treten. Es konnte sich deshalb für uns nur darum handeln, die von so vielen Seiten gefundene Gesetzmäßigkeit auch mittels der Methode der identischen Reihen für komplexes Material abzuleiten, zumal neuerdings — leider bisher ohne Veröffentlichung der experimentellen Unterlagen — die allen bisherigen Resultaten ziemlich widersprechende Behauptung aufgestellt worden ist[2]), daß das Vergessen anfangs ziemlich genau proportional der Zwischenzeit

[1]) v. Tschisch, Über das Gedächtnis für Sinneswahrnehmungen. 3. internat. Kongreß für Psych. München 1896. S. 95 ff.

[2]) Meumann, E., Über Ökonomie und Technik des Lernens. Leipzig 1903. Vorwort.

fortschreite und erst nach längeren Zwischenräumen ein langsamerer Fortschritt des Vergessens zu konstatieren sei.

Einen besonderen Vorteil der Methoden der Wiedererkennung sehen wir bei der Untersuchung dieser wie auch der andern Fragen darin, daß es bei geeigneter Wahl der Versuchskonstanten diese Methoden nicht nötig haben, mit so großen Werten der Variablen von Stunden, ja sogar Tagen zu arbeiten, wie es die Methoden der Reproduktion zu tun gezwungen sind. Durch die Möglichkeit, schon bei Zwischenzeiten, die nur nach wenigen Minuten zählen, einen sichtbaren Einfluß des variierten Faktors zu konstatieren, vermeiden die Methoden der Wiedererkennung die nicht unbedeutende Fehlerquelle, welche in dem ständigen Wechsel der Stunden- bzw. Tagesdisposition des Beobachters zu sehen ist. Es braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden, daß die günstige Auswahl der Versuchskonstanten, die bei jeder Versuchsperson für jede einzelne Versuchsreihe sorgfältig auszuprobieren sind, für das Gelingen auch der andern schon angeführten Versuche von größter Bedeutung ist.

Leider mußten wir von den beiden Versuchsreihen, welche wir der Untersuchung des vorliegenden Problems zugedacht hatten, die eine wegen plötzlicher Erkrankung des Beobachters vorzeitig abbrechen, ohne noch eine andere dafür beginnen zu können. Immerhin lassen auch die von dieser unvollendeten Versuchsreihe vorliegenden Resultate die Annahme zu, daß sie zu demselben mit allen den oben angeführten Untersuchungen übereinstimmenden Ergebnis geführt haben würde, welches auch die mit Vp. K. angestellten Versuche ergeben haben:

Vp. K. Konstanten: D. = 2; Exp. = 0,625″; R.L. = 8.

Zwischenzeit	1′	2′	3′	5′	10′
Menge des Behaltenen	$\frac{94}{96}$	$\frac{90}{96}$	$\frac{87}{96}$	$\frac{86}{96}$	$\frac{84}{96}$

Die graphische Veranschaulichung dieser Abhängigkeitsbeziehung in Kurve XIII zeigt wie alle früheren Darstellungen dieses funktionellen Zusammenhanges eine erst relativ steil abfallende, dann aber immer mehr verflachende Kurve. Auf dieser Abhängigkeitsbeziehung basieren schließlich auch der obenerwähnte Steffenssche und der zweite,

von Jost aufgestellte Satz, daß von zwei Assoziationen (Dispositionen) von gleicher Stärke, aber verschiedenem Alter die ältere in der Zeit weniger abfalle, da doch beide Sätze über das experimentell sehr wohl näher bestimmbare Verhältnis zweier zu gleicher Zeit abklingender Dispositionen Aussagen machen; sie werden sich demnach beide als Folgerungen einer und derselben Beziehung erweisen.

Es ist schließlich noch die Frage nach dem näheren Charakter des Prozesses zu beantworten, den wir das Vergessen nennen. Mit Recht weist Ebbinghaus[1]) auf den Unterschied hin, welcher zwischen der Verwischung der einzelnen Assoziationsglieder und der Lockerung der Assoziationen selbst zu machen ist, oder der, wie wir auch sagen können, die Zerstörung solcher Dispositionen, welche simultanen Verbindungen entsprechen, von derjenigen der andern Dispositionen trennt, welche sich in der Sukzession der Reihenglieder realisieren. Wie schon erwähnt, ist durch unsere Versuchstechnik das Auftreten sukzessiver Assoziationen und der ihnen entsprechenden Dispositionen fast ganz ausgeschaltet, so daß nur die simultanen Assoziationen der Ziffern zu Zahlenbildern und somit auch nur die Verwischung der ihnen entsprechenden Dispositionen für den Vorgang des Vergessens hier in Betracht kommen. Bei dieser qualitativen Veränderung der Einzelglieder aber, welche schließlich bei einer Realisierung der modifizierten Dispositionen zutage tritt, können wir — wie übrigens auch bei denjenigen Veränderungen, welche an den sukzessiven Assoziationen zu bemerken sind — mit Bolton[2]) im wesentlichen drei Stadien des Vergessens unterscheiden, nämlich: 1) eine Verwirrung der Reihenfolge der Ziffern, 2) einen Ausfall gewisser Elemente und Substitution anderer an ihrer Statt und schließlich 3) einen Verlust von Elementen ohne jeden Ersatz. Für den ersten und den zweiten Punkt kommt beim Zahlenmaterial vor allem die von Xilliez[3]) konstatierte Tendenz der Versuchspersonen in Betracht, die Intervalle zwischen den einzelnen Ziffern zu verkleinern, um das Zahlenbild der gewohnten regulären Ziffernfolge zu nähern.

[1]) Ebbinghaus, Grundzüge der Psychologie, I, S. 643.

[2]) Bolton, The Growth of Memory in School Children. Am. Journ. of Psych. 4, p. 380.

[3]) Xilliez, P., La continuité dans la mémoire immédiate des chiffres et des nombres en série auditive. Année Psych. 2, p. 193 ff.

Für den Ausfall und die Substitution von Elementen kann schließlich auch eine ausgesprochene Ab- oder Zuneigung zu bestimmten Ziffern und Zahlen maßgebend werden, wie man sie bei manchen Individuen hat feststellen können[1]).

§ 10.

Die Gedächtnistypen.

Es kann sich in einer Abhandlung wie dieser, welche sich bloß mit der Funktion des Behaltens, sofern sie sich in der Wiedererkennung äußert, beschäftigt, nicht darum handeln, Untersuchungen über die von Meumann besonders hervorgehobenen Typen des langsam und des schnell Lernenden anzustellen; auch liegt es in der Auswahl des Materials begründet, welches nur eine fast rein mechanische Einprägung zuließ, daß die Unterscheidung des intellektuellen vom sensorischen Typus[2]) hier ausscheidet. Für uns konnte es sich also der Natur der Sache nach hier nur um eine jeweilige Feststellung der besonderen Art des sensorischen Typus handeln, welcher der betreffende Beobachter zuzuzählen war. Zur Entscheidung dieser Frage aber scheint sich die Methode der identischen Reihen besser als alle bisher sonst zu Bestimmungen dieser Art gebräuchlichen Methoden zu eignen. Die üblichen Verfahren zur Bestimmung des Typus, über welche Ogden a. a. O. eine orientierende Übersicht gibt, können, soweit sie sich auf Selbstbeobachtung, d. h. auf eine subjektive Feststellung inneren Sprechens oder Hörens gründen, doch nur recht unzuverlässige und ganz allgemein gehaltene Resultate liefern; ebenso können die Kraepelinsche Methode, welche in einer Gruppierung der von der Versuchsperson willkürlich aufgeschriebenen Wörter nach dem zugehörigen Sinnesgebiete besteht, wie die ihr verwandten Verfahren, welche ihre Schlüsse aus der Verwechslung gleich gesprochener, aber verschieden geschriebener Laute usw. zu ziehen pflegen, im besten Falle nur zu einem ganz allgemeinen Er-

---

[1]) Vgl. Th. Flournoy, Sur l'association des chiffres chez les divers individus. 3. Internat. Kongr. f. Psych. München 1896, S. 221 f. Über qualitative Veränderung von Zahlenmaterial vgl. auch Diehl, Zum Studium der Merkfähigkeit. Berlin 1902.

[2]) Ogden, a. a. O. S. 179 ff.

gebnis führen. Demgegenüber scheint sich die von Cohn[1]) eingeführte Methode durch größere Zuverlässigkeit auszuzeichnen und auch einen Schluß auf das Verhältnis der optischen zur akustisch-motorischen Veranlagung des Individuums zuzulassen. Das genannte Verfahren besteht darin, daß die Versuchsperson nach einer gewissen Zwischenzeit ein bestimmt angeordnetes Buchstabenmaterial zu reproduzieren hat, welches das eine Mal rein visuell, ein anderes Mal mit lautem Aussprechen und schließlich auch mit unhörbaren Lippenbewegungen gelesen worden ist. Die Zahl der richtig reproduzierten Buchstaben gibt, für die einzelnen Fälle verglichen, eine Anschauung von der typischen Veranlagung der Versuchsperson; insonderheit ist derjenige Beobachter nach Cohn als ein rein optischer Typus zu betrachten, welcher die bloß visuell aufgenommenen Buchstaben ebensogut wie die laut oder leise gelesenen reproduziert. Trotz ihrer zweifellosen Überlegenheit den andern Verfahren gegenüber zeigt doch auch diese Methode wieder recht deutlich die Nachteile, welche allen Reproduktionsmethoden anhaften müssen, daß nämlich in weitaus den meisten Fällen die Reproduktion nicht unter denselben Bedingungen vor sich geht, unter welchen die Apperzeption stattfand. War die letztere rein optisch, so bedarf die Reproduktion, wenn sie im Niederschreiben beruht, noch der Einführung des motorischen, wenn sie im Aufsagen besteht, gar des akustisch-motorischen Momentes. Wie störend dies wirken muß, beweist die schon oben von uns zitierte Aussage einer Versuchsperson Pentschews[2]), daß durch diesen Umstand die Reproduktion erschwert werde.

Diesem Übelstand sind nun die Vergleichsmethoden nicht ausgesetzt; da sich der Vergleich auf die Wirkung des optischen Eindrucks beschränken, nach Bedarf aber auch das akustische und das motorische Moment zuziehen kann, erfolgt die Beurteilung der Vergleichsreihe unter den schon für die Apperzeption gültig gewesenen Bedingungen. Um ihren Typus festzustellen, ließen wir daher die Versuchspersonen unter Konstanthaltung aller andern Faktoren den früheren ganz entsprechend gebaute Reihen teils rein optisch, teils

---

[1]) Cohn, J., Experimentelle Untersuchungen über das Zusammenwirken des akustisch-motorischen und des visuellen Gedächtnisses. Zeitschr. f. Psych. 15.

[2]) Vgl. S. 23; Pentschew, a. a. O. S. 443.

mit lautem Ablesen, also optisch-akustisch-motorisch, auffassen und beim Vergleich auch wieder entsprechend entweder bloß nach dem optischen Bilde oder nach dem optisch-akustisch-motorischen Gesamteindruck beurteilen. Obwohl die aus diesen Versuchsreihen resultierenden Werte der Menge des Behaltenen schon einen klaren Schluß auf die sensorische Veranlagung des Beobachters zulassen, haben wir doch in zwei Fällen zum Vergleich auch noch die rein akustische Auffassung herbeigezogen, indem wir selbst vor dem Apparat der mit geschlossenen Augen zur Seite sitzenden und zuhörenden Versuchsperson die Zahlen vorlasen. Die laute Ablesung der Zahlen entsprach in allen Fällen der schon bei der rein optischen Auffassung von dem betreffenden Beobachter angewandten Lesungsart; wo also schon in letzterem Falle eine Zerlegung der vierstelligen in zwei zweistellige Zahlen vorgenommen worden war, wurde sie auch bei der lauten Ablesung beibehalten. Wir sahen keinen Grund, diese nach unsern Beobachtungen fast allen Versuchspersonen sehr naheliegende Zerlegung der Zahlen zu verbieten, wenn sie nur konsequent für alle Versuche beibehalten wurde. Eine Versuchsreihe mit rein akustischer Auffassung ist dann von besonderem Wert, wenn die Versuchsperson dem akustisch-motorischen Typus anzugehören scheint, weil die bei optisch-akustisch-motorischer Auffassung erzielte Menge des Behaltenen die des rein optisch Behaltenen bedeutend übertrifft. Die Menge des rein akustisch Behaltenen läßt dann im allgemeinen einen Schluß darüber zu, ob das akustische oder das motorische Moment in der Auffassung dominiert; immerhin wird das Resultat mehr oder weniger schwankend bleiben, denn erstens ist das optische und das motorische Bild bei akustischer Einprägung nie ganz auszuschließen, und sodann ist eine rein motorische Auffassung an sich unmöglich. Auf eine bloß optisch-motorische Auffassung aber, wie sie in dem Cohnschen Verfahren mit den leise ausgeführten Lippenbewegungen gegeben ist, glaubten wir deshalb verzichten zu dürfen, weil an eine Ausschaltung der Klangbilder doch nicht zu denken und somit das akustische vom optisch-motorischen Moment nicht rein abzutrennen ist. Die Untersuchung der Typen wird sich also wesentlich auf eine Trennung der Individuen nach dem optischen und nach dem akustisch-motorischen Charakter ihrer sensorischen Veranlagung zu beschränken haben.

Es bedarf kaum einer besonderen Hervorhebung, daß die bei diesen Versuchen besonders zahlreichen auf Selbstbeobachtung gegründeten Bemerkungen der Versuchspersonen mit dem objektiven Ergebnis gut zu harmonieren pflegen. Die speziellen Resultate sind folgende:

Vp. G. Konstanten: D. = 3; Exp. = 1,5″; R.L. = 8; Zw.Z. = 5 Min.

Menge des Behaltenen:

für rein optische Auffassung . . . . . $\frac{43}{96}$
für optisch-akustisch-motorische Auffassung . . . . $\frac{34}{96}$
für rein akustische Auffassung . . . . . $\frac{14}{96}$

Die Überlegenheit der rein optischen über die optisch-akustisch-motorische Auffassung läßt G. als einen ausgesprochen optischen Typus erscheinen; das Auftreten des akustisch-motorischen Momentes muß hier direkt hemmend gewirkt haben. Dasselbe gilt von Vp. K.:

Konstanten: D. = 1; Exp. = 1,5″; R.L. = 8; Zw.Z. = 2 Min.

Menge des Behaltenen:

für rein optische Auffassung . . . . . $\frac{91}{96}$
für optisch-akustisch-motorische Auffassung . . . . $\frac{83}{96}$
für rein akustische Auffassung . . . . . $\frac{56}{96}$

Davon ist der letzte Wert kaum einer rein akustischen Auffassung zuzuschreiben, denn K. konnte sich der sofort nach dem Hören auftauchenden Gesichtsbilder nicht erwehren, ja er ertappte sich einmal dabei, als er unwillkürlich die Zahlen mit dem Finger nachschrieb. Er behauptete, an dem Klangbild keine einzige Zahl wiederzuerkennen, sondern es sei das sofort sich einstellende Gesichtsbild, welches ihm Gewißheit verschaffe. Bezeichnend war es auch, daß er bei optisch-akustisch-motorischer Auffassung häufig die Zahl als alt beurteilte, obwohl er sich verlas; das akustische Bild war offenbar ganz und gar irrelevant, wenn nicht gar störend.

Auch Vp. D.C. ist entschieden zu den optischen Typen zu rechnen:

Konstanten: D. = 1; Exp. = 1,5″; R.L. = 8; Zw.Z. = 2 Min.

Menge des Behaltenen:

für rein optische Auffassung . . . . . $\frac{73}{96}$
für optisch-akustisch-motorische Auffassung . . . . $\frac{40}{96}$

Doch fanden wir auch einen Vertreter des akustisch-motorischen Typus in Vp. R.:

Konstanten: D. = 3; Exp. = 1,5″; R.L. = 8; Zw.Z. = 5 Min.

	Menge des Behaltenen:
für rein optische Auffassung	$\frac{30}{96}$
für optisch-akustisch-motorische Auffassung	$\frac{61}{96}$

Die im zweiten Fall gegenüber der rein optischen Auffassung doppelte Menge des Behaltenen scheint die Annahme zu rechtfertigen, daß wir es hier mit einem akustisch-motorisch veranlagten Beobachter zu tun haben. Darauf schien auch die ganze Art der Aussprache der, wie schon erwähnt, nach rhythmischer Gliederung lebhaft verlangenden Versuchsperson und die bei rein optischer Auffassung nur schwer zu unterdrückende Bewegung der Lippen hinzuweisen.

3. Kapitel.

Zur Theorie der Gedächtniserscheinungen.

§ 11.

Die Beziehungen der Gedächtniserscheinungen zu den Aufmerksamkeitsvorgängen und zum assoziativen Verlauf. Reproduktion und Phantasietätigkeit.

Wie schon aus der im Anfang gegebenen Definition der Gedächtniserscheinungen hervorgeht, muß der Vorgang des Erlernens oder der dispositionsschaffende Akt von der eigentlichen Gedächtniserscheinung als der Realisierung der Dispositionen streng geschieden werden. Die Apperzeption ist sonach nicht ein Bestandteil der Gedächtniserscheinung, sondern lediglich die Voraussetzung des schließlichen Effekts, welcher durch diese bezeichnet wird. Das Lernen ist daher ein psychologisch völlig selbständiger Tatbestand und zeigt den charakteristischen Verlauf aller Aufmerksamkeitsvorgänge. Darum werden die Gedächtniserscheinungen in ihren Einzelheiten leichter verständlich, wenn man sie unter diesen Gesichtspunkten, nämlich als durch Aufmerksamkeitsvorgänge bedingt und ermöglicht, betrachtet; in diesem Sinne zeigen sie sich nun auch nicht — wie es ursprünglich scheinen mochte — direkt, sondern nur indirekt von den primären dispositionsschaffenden wie auch von den sekundären Faktoren, dem Rhythmus, der Gefühlslage usw., abhängig.

Eine Reihe von Versuchen, welche wir über das allmähliche Festwerden der Glieder zu lernender Reihen anstellten, ließen deutlich die Einprägung als einen nur von der Aufmerksamkeitsverteilung abhängigen Akt erkennen. In Übereinstimmung mit andern Beobachtern fanden wir, daß die Festigung einer Reihe an den Kristallisationsprozeß erinnert, insofern von den zuerst gefestigten Gliedern aus die Stärkung nach beiden Seiten hin fortschreitet. Dabei zeigte sich, daß im Einklang mit der sonst beobachteten Verteilung der Aufmerksamkeit über ein begrenztes Kontinuum von Eindrücken die Anfangsglieder der Reihe samt dem Endglied zuerst die Aufmerksamkeit auf sich zogen und daher am ehesten bekannt waren, während sich die Aufmerksamkeit den mittleren Gliedern erst später zuwandte.[1]) Auch war es charakteristisch, daß bei diesen Versuchen, welche sich ebenfalls der Wiedererkennung zur Feststellung des Bekanntheitsgrades bedienten, manche Glieder, die schon bekannt gewesen waren, bei Fortsetzung der Einprägung plötzlich wieder für mehrere Darbietungen den Eindruck der Unbekanntheit machten; man darf hieraus auf eine zeitweilige Vernachlässigung schon bekannter Glieder zugunsten der noch unbekannten Reihenelemente schließen. Bezeichnend ist es auch, daß Stockungen des Apparats, die gerade bei diesen Versuchen zufälligerweise durch ungenügende Ladung der Akkumulatoren veranlaßt wurden, eine besondere Begünstigung des gerade sichtbaren Gliedes und eine sichtliche Benachteiligung des darauf folgenden zur Folge hatten. Neben der mit der äußeren Hemmung gegebenen längeren Exposition dürfte eine damit verbundene besondere Akzentuierung des betreffenden Gliedes der Grund einer Begünstigung sein, wie sie allgemeiner durch eine Rhythmisierung der Apperzeptionsakte herbeigeführt wird. Auch der Rhythmus hat nämlich für die Gedächtniserscheinungen nur insofern indirekte Bedeutung, als er die Aufmerksamkeitsspannung bei der Apperzeption teils verstärkt, teils aber auch in ihrer Verteilung reguliert. In dem Charakter des Aufmerksamkeitsverlaufs als einer intermittierenden Funktion liegt die besondere Einwirkung des Rhythmus auf denselben begründet, wenn man annehmen darf, daß die Oszillationen dieser Funktion, des Aufmerksamkeitsverlaufes, sich den im speziellen Rhythmus gegebenen

[1]) Vgl. auch Pentschew, a. a. O. S. 435. 449, und P. Ranschburg, Über Hemmung gleichzeitiger Reizwirkungen. Zeitschr. f. Psych. 30, S. 45.

Hebungen und Senkungen mehr oder weniger gut anzupassen vermögen. Es ist daher nicht ausgeschlossen, daß die in der Abhängigkeit der Menge des Behaltenen von der Expositionsdauer festgestellten Schwankungen auf die größere oder geringere Anpassungsfähigkeit der Aufmerksamkeitsfunktion an den in der jeweiligen Expositionszeit gegebenen, die Apperzeptionsakte gliedernden Rhythmus oder — bildlich gesprochen — auf eine Superposition oder Interferenz des Aufmerksamkeits- und des Expositionsrhythmus zurückzuführen sind. Aus dieser Übereinstimmung oder Gegensätzlichkeit würde dann erst als sekundäres Moment der spezifische, die einzelne Expositionsdauer begleitende Gefühlston folgen, aus welchem wir oben die erwähnten Schwankungen vorläufig zu erklären suchten. Wie groß das Bedürfnis nach rhythmischer Gliederung ist, zeigte sich auch bei unseren Versuchen, welche dem Rhythmus wenig Raum gewährten, darin, daß manche Versuchspersonen nicht nur den Kopf, sondern sogar den Oberkörper rhythmisch bewegten, wie auch Müller und Schumann[1]) von rhythmischen Kopf-, Pentschew[2]) von ebensolchen Fingerbewegungen der Versuchspersonen berichten. Aus den Beziehungen der Gedächtniserscheinungen zu den Aufmerksamkeitsvorgängen bei der Einprägung wird auch der Einfluß verständlich, welchen die Art des Gedächtnismaterials wenn auch nicht auf die Relationen der Menge des Behaltenen zu den einzelnen Faktoren, so doch auf die jeweilige absolute Größe dieser Menge auszuüben scheint. Diese Einwirkung erklärt sich zum einen Teil aus der Gefühlsbetontheit des betreffenden Materials, denn diese bestimmt den Aufmerksamkeitsverlauf in dem Sinne, daß besonders lustbetonte Materialien eine beträchtliche Aufmerksamkeitssteigerung bei der Apperzeption bedingen, unlustbetonte dagegen die Konzentration ein gewisses niedriges Niveau nicht überschreiten lassen. Andererseits aber wirkt das Material durch seine sinnliche Qualität, d. h. je nach dem Organ, mit welchem es aufgefaßt werden muß, je nachdem es eine visuelle oder eine akustisch-motorische Apperzeption verlangt. Die spezifische sensorische Veranlagung des Individuums nämlich bedingt ein verschiedenes Verhalten der Aufmerksamkeit desselben verschiedenen Sinneseindrücken gegenüber entsprechend der sinnlichen Kategorie, welcher

[1]) Müller und Schumann, a. a. O. S. 304.
[2]) Pentschew, a. a. O. S. 460.

diese angehören. Dies spezielle Verhalten der Aufmerksamkeit wird Umfang und Stärke der resultierenden Dispositionen und damit schließlich erst indirekt die Gedächtnisleistung als solche bestimmen. Deshalb sind die sogenannten Gedächtnistypen im letzten Grunde als Aufmerksamkeitstypen zu betrachten. Als solche bezeichnet Meumann[1]) mit Recht auch die Typen des langsam und des schnell Lernenden, welche er auf die Grundeigenschaft langsamer bzw. schneller Adaptation der Aufmerksamkeit an den vorgelegten Lernstoff zurückführt.

Wie die Einwirkung gewisser Faktoren auf die Gedächtniserscheinungen erst durch die Aufdeckung ihrer Beziehungen zu den Aufmerksamkeitsvorgängen recht verständlich wird, so werden umgekehrt auch Rückschlüsse von den Gedächtniserscheinungen auf die Aufmerksamkeitsvorgänge in gewissen Grenzen zulässig sein, und es wird so das auf beiden Seiten gewonnene Material wechselseitig fruchtbar gemacht werden können. So wird man z. B. aus der Tatsache, daß Knaben ein stärkeres Gedächtnis für reelle Eindrücke, Mädchen ein solches für Zahlen und Worte besitzen[2]), im Sinne der obigen Ausführungen den Rückschluß wagen dürfen, daß Knaben in dem speziellen Alter, in welchem diese Versuche ausgeführt sind, im Durchschnitt ihre Aufmerksamkeit besser auf Konkretes, Mädchen die ihre mehr auf Abstrakteres zu konzentrieren vermögen. Und die Beobachtung, daß das sonst konstatierte Wachstum der einzelnen Gedächtnisarten zur Zeit der Pubertät etwas gehemmt ist[3]), scheint darauf hinzuweisen, daß in dieser Entwicklungsperiode wegen anderweitiger Inanspruchnahme physischer Energie kein Überschuß derselben zur Verfügung steht, welcher einen entsprechend gesteigerten Verbrauch an psychischer, speziell an Aufmerksamkeitsenergie verständlich machen könnte.

Aus der Berücksichtigung der Bedingtheit der Gedächtniserscheinungen als des bloßen Effekts in den Aufmerksamkeitsvorgängen beantwortet sich schließlich auch die schon vielfach aufgeworfene

---

[1]) Meumann, E., Experimente über Ökonomie und Technik des Auswendiglernens. Zürich 1901. S. 36ff.

[2]) Netschajeff, A., Experimentelle Untersuchung über die Gedächtnisentwicklung bei Schulkindern. Zeitschr. f. Psych. 24, S. 333.

[3]) Netschajeff, a. a. O. S. 331.

Frage nach der Übbarkeit des Gedächtnisses als einer allgemeinen psychischen Funktion. Die experimentelle Behandlung dieser Frage durch Meumann[1]) hat zu dem zunächst überraschenden, vom Standpunkte dieser Betrachtung aus aber wohlverständlichen Resultat geführt, daß die Übung eines »Spezialgedächtnisses« auch die andern Gedächtnisarten stärkt. Dieses Ergebnis ist eben nur daraus zu verstehen, daß auch die vermeintliche Übung des Gedächtnisses nur in einer Steigerung des Aufmerksamkeitsvorganges besteht, denn der letztere ist das allen diesen auf verschiedene Gedächtnisarten bezüglichen Versuchen Gemeinsame. Die Übung des Gedächtnisses ist also nichts weiter als eine Modifizierung der Bedingungen, unter welchen die Dispositionen zustande kommen. Sie besteht in einer Differenzierung der Aufmerksamkeitsvorgänge dem Stoffe nach, auf welchen sie sich beziehen, und in einer Steigerung derselben hinsichtlich ihrer Intensität, wovon das erstere Moment einen größeren Umfang, das zweite eine größere Stärke des Gedächtnisses bezüglich der Menge des Behaltenen oder der Zeit des Behaltens, mithin eine größere Stärke und Dauer der Dispositionen zur Folge hat. Dabei läßt schon eine allgemeine Überlegung erwarten, daß der Mitübungserfolg um so größer sein wird, je mehr sich die Aufmerksamkeitsvorgänge in beiden Fällen ähneln werden oder, da hierfür der zu apperzipierende Inhalt fast allein den Ausschlag gibt, eine je größere Verwandtschaft zwischen den Stoffen der nur mitgeübten und der eigentlich geübten »Gedächtnisart« besteht[2]). Diese Erwartung wird durch die von Ebert und Meumann angestellten Versuche vollkommen bestätigt, indem z. B. das visuelle Lernen sinnloser Silben eine besonders starke Mitübung des Gedächtnisses für Gesichtseindrücke ergab. Gerade diese Tatsache aber der besonders starken Mitübung verwandter Spezialgedächtnisse, die, wie wir sehen, aus der Zurückführung der Gedächtnisübung auf eine Differenzierung der Aufmerksamkeitsvorgänge am ehesten zu verstehen ist, hat Ebert und Meumann merkwürdigerweise

[1]) Meumann, E., Über Ökonomie und Technik des Lernens. Leipzig 1903. S. 96ff. Bes. aber: Ebert und Meumann, Über einige Grundphänomene im Bereiche des Gedächtnisses. Arch. f. d. ges. Psychol. 4, S. 1—232. 1904.

[2]) Vgl. auch die Analogie des Entwicklungscharakters des Gedächtnisses für abstrakte Worte zu demjenigen des Gedächtnisses für Zahlen. Netschajeff, a. a. O. S. 331.

veranlaßt, dieser Modifizierung der Apperzeptionsakte nur die Rolle einer »Mitursache« zweiten Grades zuzuerkennen. Diese Autoren bezeichnen vielmehr als Hauptursache der allgemeinen Gedächtnisübung, die doch die Mitübung der verwandten Spezialgedächtnisse involviert, eben diese Mitübung der verwandten Spezialgedächtnisse. Inwiefern aber für das Stattfinden einer Beziehung das ganze oder teilweise Stattfinden eben dieser Beziehung Ursache sein soll, das ist nicht einmal logisch verständlich. Und gar psychologisch sind diese Mitübungserscheinungen nur dann wohl zu verstehen, wenn man, wie es oben geschehen ist, den Versuch macht, sie auf eine Differenzierung der Aufmerksamkeitsvorgänge zurückzuführen. Es erledigt sich somit auch die Frage der »Spezialgedächtnisse« in dem Sinne, daß diese auf ein verschiedenes Verhalten der Aufmerksamkeit verschiedenen Stoffen gegenüber, also wiederum auf den verschiedenen Charakter der Apperzeptionsakte zurückzuführen sind.

Nachdem wir so den scheinbaren Einfluß verschiedener mehr sekundärer Faktoren auf die Gedächtniserscheinungen und gewisse Eigenschaften derselben als in den Aufmerksamkeitsvorgängen bedingt erwiesen haben, liegt es nahe, anzunehmen, daß auch die primären dispositionsschaffenden Faktoren in Wirklichkeit nur insofern für die Gedächtniserscheinungen von Bedeutung sein werden, als auch sie den Aufmerksamkeitsverlauf im dispositionsschaffenden Akt direkt zu beeinflussen vermögen. Ferner läßt uns die Tatsache, daß sich die Zahl der Darbietungen, die Expositionsdauer und die Reihenlänge sämtlich als Zeitgrößen darstellen lassen, vermuten, daß vielleicht eine fundamentale Abhängigkeitsbeziehung zwischen der absoluten Menge des Behaltenen auf der einen und derjenigen Zeit, während welcher apperzipiert wird, auf der andern Seite bestehen mag. Für die Zeit der apperzeptiven Akte kommen nur die genannten drei Faktoren in Betracht, während das Intervall als Inbegriff derjenigen Zeit, während welcher eine Entspannung der Aufmerksamkeit eintritt, zunächst aus der Betrachtung ausscheidet.

Um die eventuell bestehende funktionelle Beziehung zwischen der absoluten Menge des Behaltenen und der Apperzeptionszeit, wie wir uns kurz ausdrücken wollen, aufzufinden, haben wir die Resultate unserer Versuche mit zwei Beobachtern, von denen eine genügend große Zahl von Versuchsreihen vorlag, zusammengestellt. Die

jeweilige relative und mit ihr die absolute Menge des Behaltenen war direkt in den Tabellen gegeben, und die zugehörigen Apperzeptionszeiten fanden sich durch Multiplikation der durch Reihenlänge und Anzahl der Darbietungen bestimmten Zahl von Einzelexpositionen (einschließlich der zwischen je zwei Zahlen liegenden einzelnen unbedruckten Felder, die den Aufmerksamkeitsverlauf nicht etwa unterbrachen, sondern nur regulierten) mit dem bis auf $\frac{1}{10}$ Sekunde genau bestimmten Zeitwert der zum Versuche gehörigen Einzelexposition. Wir ordnen die Resultate in einer Tabelle an, welche gleichzeitig die Versuchsreihe angibt, welcher der Einzelwert entnommen ist; dabei bedeuten D, E und R, daß der betreffende Wert derjenigen Versuchsreihe angehört, in welcher die Zahl der Darbietungen, bzw. die Expositionsdauer, bzw. die Reihenlänge variiert wurde. Stehen zwei dieser Symbole nebeneinander, etwa R und D, so bedeutet dies, daß dieser experimentell nur einmal gewonnene Wert für beide Versuchsreihen R und D in Betracht kommt. Wir geben zunächst die Tabelle der Vp. H., von welcher uns zwei Versuchsreihen mit Variation von D und R vorliegen:

Apperzeptionszeit in Sekunden	16,11″	24,16″	32,22″	48,33″	78,54″
Absolute Menge des Behaltenen	$\frac{23}{12}$	$\frac{36}{12}$	$\frac{27}{12}$	$\frac{43}{12}$	$\frac{51}{12}$
Versuchsreihe	D	R	D	R u. D	R

Apperzeptionszeit in Sekunden	96,67″	145,0″	193,34″	290,01″
Absolute Menge des Behaltenen	$\frac{59}{12}$	$\frac{73}{12}$	$\frac{83}{12}$	$\frac{90}{12}$
Versuchsreihe	D	D	D	D

Die Tabelle zeigt klar ein stetiges Wachstum der absoluten Menge des Behaltenen mit wachsender Apperzeptionszeit, wie es in Kurve XIV dargestellt ist. Der einzige Wert, welcher die regelmäßige Folge unterbricht, ist der von $\frac{27}{12}$ für eine Apperzeptionszeit von 32,22 Sekunden; es ist dies aber derselbe Wert, welchen wir schon bei der Darstellung der speziellen Abhängigkeitsbeziehung zwischen der Menge des Behaltenen und der Anzahl der Darbietungen als durch irgendwelche Fehlerquellen besonderer Art entstellt bezeichnen mußten.

Schalten wir ihn aus der Wertfolge aus, so ordnen sich die aus der R-Reihe stammenden Werte den andern der D-Reihe wohl ein.

Die zweite Tabelle der Vp. K., welche wir vorlegen können, enthält außer den Werten der R- und D-Reihen auch noch diejenigen der E-Reihe, also alle Daten, welche überhaupt in Betracht kommen können:

Apperzeptionszeit in Sekunden	7,95″	13,39″	15,90″	16,56″	23,85″
Absolute Menge des Behaltenen	$\frac{51}{12}$	$\frac{32}{12}$	$\frac{66}{12}$	$\frac{50}{12}$	$\frac{76}{12}$
Versuchsreihe	D	E	D	E	E u. D
Apperzeptionszeit in Sekunden	24,16″	29,61″	36,86″	47,71″	48,33″
Absolute Menge des Behaltenen	$\frac{46}{12}$	$\frac{77}{12}$	$\frac{90}{12}$	$\frac{85}{12}$	$\frac{85}{12}$
Versuchsreihe	R	E	E	D	E u. R

Apperzeptionszeit in Sekunden	70,41″	71,56″	78,54″
Absolute Menge des Behaltenen	$\frac{92}{12}$	$\frac{87}{12}$	$\frac{101}{12}$
Versuchsreihe	E	D	R

Diese Tabelle zeigt nun bei weitem nicht einen so idealen Bau wie die vorige; es war dies auch gar nicht anders zu erwarten, und das Gegenteil hätte bedenklich stimmen müssen, da die noch hinzugetretenen E-Werte sehr wenig den Voraussetzungen genügen, die wir schon im Anfange unserer Ausführungen gemacht haben. Es ist doch nicht die Zeit selbst, welcher wir einen Einfluß auf die Menge des Behaltenen zugestehen, sondern der in dieser Zeit stattfindende Verbrauch an Aufmerksamkeitsenergie [1]). Wollen wir aber — einen

[1]) Anstatt von Aufmerksamkeitsenergie könnte man auch ganz allgemein von psychophysischer Energie sprechen. Vgl. dazu Müller und Schumann, a. a. O. S. 289ff., § 22: »Von der Begrenztheit der beim Lernen zur Verfügung stehenden Aufmerksamkeitsenergie und ihrer ungleichmäßigen Verteilung.« Diese Begriffe der psychophysischen oder Aufmerksamkeitsenergie sind hinsichtlich ihres Wertes für eine umfassende Interpretation psychischer Phänomene nicht zu unterschätzen, solange man

gesetzmäßigen Aufmerksamkeitsverlauf vorausgesetzt — den durch die Zeitwerte der Apperzeptionsakte bedingten Verbrauch an Aufmerksamkeitsenergie verschiedener Versuche zu den zugehörigen Werten des Behaltenen in Beziehung setzen, so müssen wir eine Konstanz der anfänglichen Aufmerksamkeitsspannung für die verschiedenen Versuche voraussetzen. Dieselbe ist aber experimentell nie exakt zu erreichen, und der Anfangswert der Aufmerksamkeitsspannung schwankt wohl am meisten bei Variierung der Expositionszeit, denn man darf behaupten, daß jede Einführung einer neuen Expositionsdauer auch eine besondere anfängliche Einstellung der Aufmerksamkeit zur Folge hat. Wir müßten dementsprechend also zu manchen Werten des Behaltenen in unserer Tabelle eigentlich einen andern Zeitwert setzen, um die durch Schwankungen der anfänglichen Aufmerksamkeitsspannung bedingten Fehler zu kompensieren; d. h. wir müßten, um unserer Voraussetzung zu genügen, bei größerer anfänglicher Aufmerksamkeit den Zeitwert erhöhen und ihn im andern Fall entsprechend erniedrigen. Dies ist die eine Fehlerquelle, deren wir uns bewußt bleiben müssen, um die Schwankungen der vorliegenden Werte zu verstehen. Eine nicht unbedeutende Rolle spielt aber nebenbei auch der Gefühlswert, welcher den einzelnen Expositionszeiten eignet; so wurde diejenige Expositionsdauer, welche zu dem auffallend hohen Werte von $\frac{9^0}{12}$ behaltenen Gliedern gehört, von dem Beobachter spontan als angenehm und günstig bezeichnet. Schließlich veranlassen uns aber gewisse Überlegungen zur direkten Ausschaltung einiger Werte. So war bei dem Wert $\frac{46}{12}$ der R-Reihe, welcher den viergliedrigen Zahlenreihen entspricht, eine offenbare Geringschätzung dieser Aufgabe bei der Versuchsperson zu beobachten, welche es erklärt, daß in zwei Fällen unter zwölf Versuchen je ein Glied als neu erschien, so daß das überhaupt mögliche Maximum von nur 48 behaltenen Gliedern nicht ganz erreicht wurde. Diese Beschränkung der Leistung durch ein so niedriges Maximum aber von vier behaltenen Gliedern im Einzelversuch, welches in zehn unter zwölf Fällen erreicht wurde, läßt vermuten, daß bei demselben Verbrauch an Aufmerksamkeitsenergie im gegebenen Falle auch noch

sich nur ihres Charakters als hypothetischer Hilfsbegriffe der Psychologie bewußt bleibt und sie nicht dazu mißbraucht, in die Psychologie metaphysische Spekulationen im Sinne einer energetischen Psychologie hineinzutragen.

mehr Glieder hätten behalten werden können. Ebensowenig waren bei den Versuchen, welchen die Werte $\frac{32}{12}$ und $\frac{50}{12}$ der E-Reihe entsprechen, die Bedingungen erfüllt, welche wir hier voraussetzen müssen. Es kam vielmehr bei einer Expositionsdauer von nur 0,27 bzw. 0,34 Sekunden die Darbietung einer tachistoskopischen schon recht nahe, wodurch natürlich der Aufmerksamkeitsverlauf wesentlich modifiziert werden mußte. Bei den nach Beseitigung dieser drei Resultate verbleibenden Werten ist, soweit sie der E-Reihe angehören, das oben über Schwankungen der anfänglichen Aufmerksamkeit Gesagte zu berücksichtigen; insonderheit ist bei dem letzten Wert von $\frac{101}{12}$ der Menge des Behaltenen in der R-Reihe hervorzuheben, daß hier der ungewöhnliche Umfang der betreffenden Reihen von dreizehn Gliedern eine beträchtliche Steigerung der anfänglichen Aufmerksamkeitsspannung bewirkt haben mag. Es soll nicht unterlassen werden, schließlich noch besonders auf die Übereinstimmung der für die Zeiten von 47,71 bzw. 48,33 Sekunden gefundenen Werte von $\frac{85}{12}$ der D- bzw. E- und R-Reihe hinzuweisen. Die aus den zehn verbleibenden Werten gewonnene graphische Veranschaulichung XV der Abhängigkeitsbeziehung zeigt, von Schwankungen abgesehen, welche uns nun nicht mehr befremden können, eine entsprechende Gesetzmäßigkeit wie die für Vp. H. erhaltene Kurve.

In beiden Fällen erweist sich die absolute Menge des Behaltenen als eine erst rasch, dann aber immer langsamer wachsende Funktion der Apperzeptionszeit. Auf der andern Seite wird nach Analogie mit andern Erscheinungen, in denen der Verbrauch einer begrenzten Energiemenge eine Rolle spielt, die Summe der bis zu einem gewissen Zeitpunkt kontinuierlich verbrauchten Aufmerksamkeitsenergie als eine ganz entsprechende Funktion derjenigen Zeit zu betrachten sein, während welcher sie verbraucht wurde, also wiederum der Apperzeptionszeit. Es liegt darum nahe, die Hypothese aufzustellen, daß die absolute Menge des nach einer gewissen konstanten Zwischenzeit noch Behaltenen und damit die Menge der psychischen Einzeldispositionen der bei der Apperzeption verbrauchten Aufmerksamkeitsenergie direkt proportional sei. Es ist nicht ausgeschlossen, daß eine entsprechende Gesetzmäßigkeit auch zwischen der Zeit des lückenlosen Behaltens oder der Dauer der Einzeldisposition und der auf die Herstellung derselben verwandten

Aufmerksamkeitsenergie für einfache und komplexe Gedächtnisinhalte besteht; wenigstens scheint die bei den schon mehrfach erwähnten Versuchen über Festigung der Reihen von uns beobachtete Erscheinung, daß gerade diejenigen Glieder am längsten haften, welche der meisten Zeit und Anstrengung zu ihrer Festigung bedurft haben, auf eine analoge Beziehung hinzudeuten.

Die oben aufgestellte Hypothese läßt nun unmittelbar die Einwirkung der dispositionsschaffenden Faktoren in klarem Licht erscheinen. So erklärt sich die allmählich abnehmende dispositionsschaffende Kraft der späteren Darbietungen, auf welche wir aus dem immer langsameren Wachstum der Menge des Behaltenen mit zunehmender Darbietungszahl schließen durften, daraus, daß auch die Summe der im ganzen verbrauchten Aufmerksamkeitsenergie mit wachsender Zahl der Darbietungen immer langsamer steigt. Hieraus dürfen wir wiederum den Schluß ziehen, den wir bei Erörterung der Ersparnismethode (S. 13f.) sozusagen intuitiv ableiteten, daß für die späteren Darbietungen nicht mehr eine so große Aufmerksamkeitsenergie latent vorhanden sein mag, wie sie für die ersten zur Verfügung stand. Daraus geht hervor, wie verfehlt es ist, der Versuchsperson eine Konstanthaltung der Aufmerksamkeitsspannung vorzuschreiben; ganz abgesehen von der übermäßigen und schnellen Ermüdung, welche solch eine Vorschrift zur Folge haben würde, wäre auch eine direkte Fälschung der Resultate von ihr zu befürchten, wenn sie sich streng einhalten ließe. Denn bei konstanter Aufmerksamkeitsspannung müßte nach dem obigen Satz die Menge des Behaltenen der Zahl der Darbietungen direkt proportional zu wachsen scheinen. Auch die Kurven IV, V und VI, welche die Menge des Behaltenen als Funktion der Expositionsdauer veranschaulichen, zeigen als allgemeinen Grundzug ein fortgesetztes Steigen der Menge des Behaltenen mit wachsender Expositionsdauer, weil mit der letzteren auch die Apperzeptionszeit und mit dieser die aufgewandte Summe an Aufmerksamkeitsenergie wächst. Doch ist das Wachstum der letzteren und mit ihm dasjenige der Menge des Behaltenen beträchtlichen Schwankungen unterworfen, welche, wie oben gezeigt, ebenfalls auf eine elementare Beziehung der Aufmerksamkeitsvorgänge zur Expositionszeit zurückzuführen sein werden. Die anscheinend nahezu proportionale Zunahme der absoluten Menge des Behaltenen mit der Reihenlänge ist ebenfalls aus

der entsprechenden Zunahme der Apperzeptionszeit zu erklären, wie man andererseits aus der Abnahme der relativen Menge des Behaltenen und daraus, daß mit wachsender Reihenlänge die entsprechenden Darbietungen zeitlich immer weiter hinausgerückt und daher mit verhältnismäßig immer geringerer Aufmerksamkeitsenergie apperzipiert werden müssen, den Satz ableiten könnte, daß die relative Menge des Behaltenen, von welcher natürlich nur bei einer Variierung der Reihenlänge die Rede sein kann, mit der auf entsprechende Einzeldarbietungen entfallenden Aufmerksamkeitsenergie wächst und abnimmt. Aus dem oben abgeleiteten Satze über die absolute Menge des Behaltenen wird nun schließlich auch die dispositionsschaffende Wirksamkeit des Intervalls verständlich. Seine früher so genannte positive Wirkung besteht darin, daß es durch irgendwelche Restitutionen neue Mengen psychischer Energie disponibel macht, welche der schließlichen Summe der aufgewandten Aufmerksamkeitsenergie und damit indirekt durch die Menge der Dispositionen der Menge des Behaltenen zugute kommen. Diese positive Wirkung wird, wie schon oben ausgeführt worden ist, vernichtet, sobald der destruierende Einfluß des Intervalls jene restituierende Wirkung übertrifft.

Es ließ sich somit auch für die primären dispositionsschaffenden Faktoren nachweisen, daß sie einen direkten Einfluß nur auf die Aufmerksamkeitsvorgänge auszuüben vermögen und nur wegen der oben formulierten Abhängigkeitsbeziehung einen solchen auch auf die Gedächtniserscheinungen zu haben scheinen. Auf diese können ja auch der Natur der Sache nach nur diejenigen Faktoren direkt bestimmend einwirken, welche die in den Akten der Apperzeption geschaffenen psychischen Dispositionen irgendwie zu modifizieren vermögen, und hier tritt, abgesehen von Ereignissen außergewöhnlicher Natur, nur die Zeit als destruierendes Moment auf. Ihre spezifische Wirkung, welche wir als allmähliches Vergessen bezeichnen, ist in einer Schwächung der betreffenden Dispositionen zu sehen, welche besonders durch eine anderweitige Verwendung der alten Elemente in neuen Verbindungen begünstigt werden mag, die nun über die älteren Dispositionen dominieren. Andererseits wird man annehmen dürfen, daß eine neue Kombination irgendwelcher Vorstellungen durch assoziative Hemmung der Einprägung um so größere Schwierigkeiten entgegen-

setzt, je öfter ihre Elemente in andere dispositionell noch starke Komplexe eingegangen sind.

Merkwürdigerweise ist der Begriff der psychischen Disposition bisweilen einem gewissen Mißtrauen begegnet, obwohl er logisch mit demselben Recht postuliert ist, mit welchem die Physiologie funktionelle Dispositionen voraussetzt. Es ist eine nicht zu unterschätzende, vielversprechende Aufgabe der Psychologie und der Physiologie, überall da, wo überhaupt auf die Existenz gewisser Dispositionen geschlossen werden muß, die Abhängigkeiten aufzudecken, welche jeweils zwischen den dispositionsschaffenden und -störenden Faktoren und der Disposition selbst, deren Stärke an einem bestimmten Effekt gemessen wird, bestehen, wie es hier für den speziellen Fall der Gedächtniserscheinungen geschehen ist. Es hat fast den Anschein, als habe man sich dem Begriff der psychischen Disposition gegenüber mehr durch den bloßen Namen als durch sachliche Bedenken zu einer Ablehnung desselben bestimmen lassen. Sonst ist es wenigstens nicht zu verstehen, warum man gegen eine Verwendung des Assoziationsbegriffs in diesem Sinne unmerklicher psychischer Dispositionen nichts eingewendet hat, wie sie z. B. den oben angeführten Sätzen von Jost und Steffens zugrunde liegt, wo von einem Abfall der Assoziationen in der Zeit die Rede ist. Nach allen unsern Ausführungen kann es keinem Zweifel unterliegen, daß wir die Berechtigung der Aufstellung eines solchen Begriffs anerkennen, ja für notwendig halten. Nur treten wir auf Grund teils terminologischer, teils psychologischer Erwägungen für die Wahl des Dispositionsbegriffs ein, da dem Gebrauch des Assoziationsbegriffs in diesem Sinne die Vorstellung zugrunde liegt, als seien die Dispositionen, welche die Gedächtniserscheinungen ermöglichen, dem Assoziationsbegriff als dem umfassenderen, auch noch in anderem Sinne gebräuchlichen, zu subsumieren. Demgegenüber glauben wir vielmehr umgekehrt dazu berechtigt zu sein, auch auf die Reproduktion oder Wiedererkennung psychischer Verbindungen in der Assoziation den Begriff der Realisierung psychischer Dispositionen im selben Sinne wie auf die Gedächtniserscheinungen anzuwenden. Auch im assoziativen Verlauf ist zunächst ein Akt der Verknüpfung zu konstatieren, welcher als Aufmerksamkeitsvorgang charakterisiert und wegen seiner dispositionsschaffenden Wirkung zum Vorgang der Erlernung bei den Gedächtniserscheinungen

in Parallele zu setzen ist. Die durch ihn geschaffenen, zeitlich unbemerkt fortbestehenden psychischen Dispositionen realisieren sich schließlich in der Reproduktion oder auch in der bloßen Wiedererkennung der betreffenden Verbindung in einer Assoziation. Leider werden die hier berührten Unterschiede der verschiedenen Stadien des assoziativen Verlaufs meist gar nicht auseinandergehalten, so daß man das eine Mal unter der Assoziation den dispositionsschaffenden Akt der erstmaligen Verknüpfung, das andere Mal die Realisierung dieser Disposition und manchmal sogar bloß die zeitlich bestehende, von uns unbemerkte psychische Disposition verstanden wissen will, wie dies in den Sätzen von Jost und Steffens der Fall ist. Auf die letztere Deutung des Assoziationsbegriffs stützt sich auch meist die oft vertretene Anschauung, daß die Gedächtniserscheinungen auf den Assoziationen beruhen. So oft aber die Assoziationen im Sinne der mittleren Deutung Realisierungen früher gebildeter psychischer Dispositionen bedeuten, sind sie selbst als Gedächtniserscheinungen zu bezeichnen. Wir haben somit gleichzeitig die Gesetze für die Abhängigkeit der Menge der innerhalb eines Komplexes möglicher Verbindungen gestifteten psychischen Dispositionen und der aus ihnen resultierenden Assoziationen von denselben auch für sie in Betracht kommenden dispositionsschaffenden und -störenden Faktoren abgeleitet; gab doch auch unser spezielles Gedächtnismaterial durch jede einzelne Zahl zu assoziativer Verknüpfung simultanen Charakters Anlaß. Wenn man daher auch schon immer die Assoziationen zu den Gedächtniserscheinungen in Beziehung zu setzen pflegte, so ist doch ein Fehler darin zu sehen, daß man die letzteren den Assoziationen subordinieren zu müssen glaubte, während in Wirklichkeit die Assoziationen, soweit sie Realisierungen früher geschaffener psychischer Dispositionen bedeuten, den Gedächtniserscheinungen zu subsumieren sind. Eine unserer Meinung nach ungerechtfertigte Beschränkung ist es schließlich auch, daß man nur diejenigen Phänomene der Reproduktion und Wiedererkennung, welche durch assoziative Funktionen bestimmt sind, als eigentliche Gedächtniserscheinungen anerkennen wollte und ihnen die Reproduktion und Wiedererkennung einfacher Sinnesempfindungen als ein psychologisch davon wohl zu unterscheidendes Phänomen gegenüberstellte. Wie es sich schon in der von uns eingangs gegebenen Definition durch Zusammenfassung

dieser häufig getrennten Phänomene unter dem gemeinsamen Begriff der Gedächtniserscheinungen ausspricht, sind wir der Überzeugung, daß beide Gruppen von Erscheinungen denselben Gesetzen hinsichtlich der Abhängigkeit von den für beide in gleicher Weise in Betracht kommenden Faktoren unterstehen. Aus diesem Grunde ist uns das Resultat des § 9 besonders wichtig, weil es in Übereinstimmung mit dem Ebbinghausschen Ergebnis feststellt, daß die Gedächtniserscheinungen, welche sich auf komplexes Material beziehen, hinsichtlich ihrer funktionellen Abhängigkeit von der Zwischenzeit derselben Gesetzmäßigkeit unterliegen, welche von Wolfe und Radoslawow für die Wiedererkennung einfacher Sinneseindrücke abgeleitet worden ist. Es wäre im Interesse dieser Frage zu wünschen, daß auch die andern von uns für komplexes Material konstatierten Abhängigkeitsbeziehungen der Gedächtniserscheinungen von den dispositionsschaffenden Faktoren bezüglich ihrer Gültigkeit für die Wiedererkennung einfacher Sinneseindrücke nachgeprüft würden.

Ein Faktor ist es schließlich noch, dessen dispositionsschaffender, oft aber auch -störender Wert nicht unterschätzt werden darf, die Gefühlslage. Abgesehen davon, daß der Gefühlsverlauf im sogenannten affektiven Gedächtnis selbst zum Gedächtnisinhalt werden kann, ist auch bei den von uns behandelten Gedächtniserscheinungen der den Gedächtnisinhalt begleitende Gefühlston insofern von Bedeutung, als er bei der Apperzeption die Aufmerksamkeitsspannung beträchtlich steigern, auf der andern Seite jedoch auch herabsetzen kann. Er erleichtert aber auch direkt die Wiedererkennung besonders im täglichen Leben insofern, als er dem spezifischen Gedächtnisobjekt, welchem er eignet, bei dessen Wiederauftreten eine besondere Färbung verleiht. Wie man mit Recht betont, daß das affektive Gedächtnis der Hilfe reproduzierender Vorstellungen bedürfe, so ist andererseits auch anzunehmen, daß mitreproduzierte Gefühle und Gefühlskomplexe als ständige Begleiter gewisser Vorstellungsgruppen stützend und hebend auf die Reproduktion oder Wiedererkennung der entsprechenden Bewußtseinsinhalte einwirken. Es ist daher eine wechselseitige Unterstützung der Vorstellungs- und Gefühlselemente bei jedem Gedächtnisvorgang anzunehmen. Von jenem dem Gedächtnisobjekt zugehörigen begleitenden Gefühlston ausgehend tritt im Akt der Wiedererkennung selbst ein spezifisches Bekanntheits-

gefühl hervor, das zu der von Höffding[1]) so genannten Bekanntheitsqualität, d. i. »diejenige Qualität, mit welcher das Bekannte im Gegensatz zum Neuen im Bewußtsein auftritt«, wahrscheinlich in enger Beziehung steht. Es ist hier nicht der Ort, die alte Streitfrage wieder aufzurollen, ob diese Bekanntheitsqualität mit einem Gefühlston identisch, was Lehmann bestreitet, oder ob dieses Gefühl eine Folge jener, und wie eigentlich jene Bekanntheitsqualität psychologisch zu charakterisieren sei. Wir dürfen uns eine Erörterung darüber um so mehr ersparen, als doch bei unsern Versuchen die Verhältnisse klar genug liegen. Hier ist bei der Vorzeigung der Vergleichsreihen offenbar ein ziemlich starkes Spannungsgefühl bei dem Beobachter vorhanden, dessen Lösungen durch Lustgefühle bei der Identifizierung, durch leichte Unlust- und Erregungsgefühle, wenn das betreffende Glied neu erschien, besonders charakterisiert sein mögen. Es ist hiernach der von uns Bekanntheitsgefühl genannte Gefühlskomplex, abgesehen von denjenigen oben schon erwähnten Partialgefühlen, welche als ständige Begleiter der speziellen Gedächtnisinhalte in ihn eingehen, zu einem großen Teil als Folge einer schon vollzogenen Urteilsfunktion anzusehen, deren Resultat er nachträglich zu bekräftigen scheint, wogegen Höffding die Bekanntheitsqualität offenbar nur als ein primär gegebenes Moment angesehen wissen will, welches für die Beurteilung der in Frage stehenden Vergleichungsrelation bestimmend wirken, ja von ausschlaggebender Bedeutung sein soll. Ebenso ist bei der Reproduktion ein dem Bekanntheitsgefühl in mancher Hinsicht verwandtes Gefühl der Sicherheit zu bemerken, welches bekanntlich mit jeder gelungenen Einzelreproduktion steigt, während es bei einem Mißlingen derselben infolge des dasselbe konstatierenden Urteils sinkt oder gar in ein Gefühl der Unsicherheit umschlägt, womit es sich ebenfalls im wesentlichen als Folge eines schon gefällten Urteils erweist, wenn natürlich auch hier Komponenten des Gesamtgefühls zu erkennen sind, welche von den reproduzierten Vorstellungen unmittelbar ausgelöst wurden.

Von dieser Urteilsfunktion, der Grundvoraussetzung aller Vergleichsmethoden, welche sich in einer Aussage hinsichtlich des Verhältnisses eines gegenwärtig gegebenen Wahrnehmungsinhaltes — wie bei der

[1]) Höffding, Psychologie (deutsche Ausg.) 2. Aufl. S. 163.

Wiedererkennung — oder eines irgendwie durch Reproduktion entstandenen Gedächtnisbildes zu einem gewissen früheren Bewußtseinsinhalt betätigt, ist diejenige Funktion wohl zu unterscheiden, welche uns hinsichtlich eines aus reproduzierten Elementen bestehenden Bewußtseinsinhaltes darüber gewiß werden läßt, ob wir es mit einem Gedächtnisbild oder einem Phantasiegebilde zu tun haben. Gegenüber dieser Frage nach dem Kriterium, welches uns die gedächtnismäßige Reproduktion von der Phantasietätigkeit unterscheiden läßt, vertritt H. Cornelius[1]) die Ansicht, daß es eine spezifische Färbung des Bewußtseinsinhaltes sei, welche eine reproduzierte Vorstellung (»Phantasma«) als Nachwirkung eines vergangenen Erlebnisses, also als Gedächtnisbild erscheinen lasse, eine Färbung, welche von dem früher offenbar in der Hauptsache bloß perzipierten »Hintergrund«, den »relation-fringes« der Jamesschen Psychologie, herrühre; als Hauptfaktor scheine die zeitliche Lokalisation in jenen Hintergrund einzugehen, dessen Vorhandensein das betreffende Phantasma als Gedächtnisbild, dessen Fehlen es als Phantasiegebilde kennzeichnen und in diesem Sinne das Unterscheidungsurteil fällen lassen soll. Der Umstand aber, daß gar nicht selten reproduzierte Vorstellungen, welche aller zeitlichen und sonstigen Beziehungen bar eine Lokalisation unmöglich machen, doch mit aller Gewißheit sich uns als Gedächtnisbilder charakterisieren, läßt uns das von Cornelius aufgestellte Kriterium nicht als allgemein und allein gültig anerkennen. Auch können wir dem nicht zustimmen, daß zur subjektiven Gewißheit darüber, ob ein Gedächtnisbild oder ein Phantasiegebilde vorliege, ein Unterscheidungsurteil nötig sei, wie wir ebensowenig für die Unterscheidung des gegenwärtigen vom unmittelbar vorhergehenden Bewußtseinsinhalt ein (elementares) Wahrnehmungsurteil für nötig halten; doch kommt diese Frage im letzten Grunde auf eine terminologische Entscheidung darüber hinaus, ob wir unter »Urteilen« eine selbstbewußte Tätigkeit oder mit Brentano jede Art von Erkenntnistätigkeit begreifen, so daß wir also mit letzterem auch für gewisse Arten der Erkenntnis, welche uns als solche meist gar nicht bewußt werden, wie z. B. für die Erkenntnis der Verschiedenheit des gegenwärtigen vom vorigen Bewußtseinsinhalt oder für die Erkenntnis, ob

[1]) Cornelius, H., Versuch einer Theorie der Existentialurteile. Kap. V, Die Gedächtnisurteile, S. 86 ff.

wir in einem Gebilde reproduzierter Vorstellungen ein Gedächtnisbild oder ein Gebilde der Phantasie vor uns haben, ein voraufgehendes Urteil in Anspruch nehmen müssen. Uns scheint vielmehr jene subjektive Gewißheit über die Natur reproduzierter Vorstellungen rein gefühlsmäßig in den die Tätigkeit der Reproduktion begleitenden Gefühlen gegeben zu sein. So ist die sogenannte rein mechanische Reproduktion von einem Tätigkeitsgefühl begleitet, welches seinen besonderen Charakter durch jene nichtlogisch völlig determinierte, mechanisch eingeübte verknüpfende Tätigkeit erhält, wogegen das die sogenannte judiziöse Reproduktion begleitende Tätigkeitsgefühl dahin besonders differenziert ist, daß die betreffende intellektuelle Tätigkeit, welche die Reproduktion ermöglicht, in ihrer Entfaltung logisch normiert und schon ein- oder mehrmals vollzogen ist. Im Gegensatz hierzu ist die Phantasietätigkeit trotz aller Gesetzmäßigkeit ihres wohlgeordneten Verlaufs, wie ihn uns z. B. das künstlerische Schaffen vor Augen stellt, doch in der Richtung, in welcher sie auf reproduzierte Vorstellungen assimilierend wirkt, nicht von vornherein beschränkt, und es wird ihr daher ein wesentlich anders charakterisiertes, durch diesen Freiheitsgrad bestimmtes Tätigkeitsgefühl eigen sein. Diese nach verschiedenen Richtungen differenzierten Tätigkeitsgefühle scheinen uns also rein gefühlsmäßig bewußt werden zu lassen, ob die von uns reproduzierten Vorstellungen in ihrem Zusammenhang als Gedächtnisbilder oder als Gebilde unserer Phantasie anzusehen sind. Daß wir nicht allzuselten Erzeugnisse der Phantasie für Gedächtnisbilder und umgekehrt Gedächtniserscheinungen für Phantasietätigkeit halten[1]), erklärt sich ohne Mühe daraus, daß gerade Gefühle leicht täuschen können, zumal wenn sie sich auf Freiheitsgrade beziehen.

Aus unsern Ausführungen geht hervor, in wie naher Beziehung die Phantasietätigkeit zu den Gedächtniserscheinungen steht, insofern sie reproduzierte Vorstellungen zu neuen Komplexen verbindet, und es braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden, daß auch sie in ihren Elementen notwendig von den oben abgeleiteten Gesetzen der Reproduktion und Wiedererkennung abhängig sein muß. Diese Abhängigkeit nicht nur der Phantasietätigkeit, sondern auch der rein

[1] Cornelius, a. a. O. S. 87.

intellektuellen Prozesse von den Gedächtniserscheinungen läßt die zentrale Bedeutung der letzteren für das gesamte psychische Geschehen klar hervortreten. Wie wir behaupten dürfen, daß psychologisch jeder Akt der Apperzeption als ein dispositionsschaffender Prozeß und darum als ein Akt der »Erlernung« zu bezeichnen sei, so ist auch jede komplexe psychische Funktion, in welche reproduzierte Elemente irgendwelcher Art eingehen, als auf Gedächtniserscheinungen basierend und darum als jenen Gesetzen in ihren Elementen unterworfen anzusehen, eine Anschauung, die G. Hirth in seinen »Thesen zu einer Lehre von den Merksystemen«[1]) in großen Umrissen entwickelt hat.

§ 12.

Die psychophysische Deutung der Gedächtniserscheinungen.

Die Einordnung der Gedächtniserscheinungen in das übrige psychische Geschehen, ihre Zurückführung auf einfachere Bewußtseinstatsachen und schließlich ihre Beziehung auf Vorgänge physiologischer Natur im gesamten Nervensystem ist natürlich bei den meisten Interpreten durch ihre Stellungnahme zu Problemen allgemeineren Charakters bedingt. Relativ leicht wurde es der Vermögenspsychologie durch ihre Annahme spezifischer Seelenvermögen, auch dem Gedächtnis seine Stelle zuzuweisen Sie sah eben im Gedächtnis ein — vielleicht das auffälligste — »Vermögen der Intelligenz«[2]), dessen Aufgabe es ist, psychische Inhalte aufzuspeichern und zu bewahren, um eine spätere Reproduktion derselben zu ermöglichen und so aktiv zu werden. So selbstverständlich und faßlich dies dem an eine deskriptive Behandlung der Bewußtseinsphänomene gewöhnten Laien klingen mag, für die Psychologie ist die Vermögenstheorie überwunden; sie kann im Bewußtsein nicht mehr ein buntes Konglomerat willkürlich statuierter Vermögen sehen, sondern erblickt in ihm einen einheitlich gegebenen Tatbestand, dessen Analyse in letzte Elemente ihr Ziel ist. Auch das Gedächtnisvermögen ist darum für die heutige Psychologie historisch geworden, sie kennt nur noch Gedächtniserscheinungen im oben definierten Sinne. Man wird daher ver-

[1]) Dritter internationaler Kongreß für Psychologie. München 1896. S. 458 ff.
[2]) Huber, J., Das Gedächtnis. München 1878.

suchen, besonders auf Grund des experimentell gewonnenen Tatsachenmaterials die Frage nach dem Verhältnis der Gedächtniserscheinungen zu den übrigen psychischen Phänomenen zu beantworten. Immerhin unternimmt man es immer wieder, auf mehr spekulativem Wege dem Problem unter Gesichtspunkten beizukommen, die mit dem »Kleinkram experimenteller Untersuchungen« nichts gemein haben. So gründet J. Müller[1]) seine Ausführungen über die Tatsachen der Erinnerung auf die Theorie des bewußten, aber unbemerkten psychischen Fortwirkens. Nach dieser Anschauung wirken die früheren Vorstellungen in den jeweiligen Bewußtseinszuständen als unbemerkte, aber perzipierte Teilinhalte, als Komponenten des Gesamtbewußtseins mit. Ganz abgesehen von dem riesenhaften Umfang des Bewußtseins, den diese Theorie voraussetzt — denn ein Vergessen einer einmal aufgenommenen Vorstellung ist nach Müller vollkommen ausgeschlossen —, widerspricht eine andere Konsequenz dieser Theorie den tatsächlichen Verhältnissen. Bleiben nämlich alle die einmal aufgenommenen Vorstellungen perzipiert, d. h. im Blickfelde des Bewußtseins, so müssen sie sich jederzeit, sobald sich ihnen nur die volle Aufmerksamkeit zuwendet, erinnern lassen. In Wirklichkeit ist es aber bekanntlich oft unmöglich, trotz größter Konzentration eine gewisse Vorstellung zu reproduzieren, während dies später, vielleicht gar bei abgewandter Aufmerksamkeit, plötzlich gelingt. Während eine psychophysische Deutung der Gedächtniserscheinungen diesen Vorgang durch Hemmungserscheinungen physiologischer Natur begreiflich machen und aus Hemmungen der Realisierung psychischer Dispositionen in der betreffenden Vorstellung erklären kann, bedeutet er für die Theorie des unbemerkten Fortwirkens, welche nicht Dispositionen, sondern die Vorstellungen und Vorstellungsverbindungen selbst fortbestehen läßt, ein schweres Problem, wenn nicht gar die Widerlegung. Übrigens ist in dieser Theorie im Grunde nur eine Neubelebung Herbartscher Psychologie zu sehen; auch nach Herbart bleiben die Vorstellungen in der Seele, sie sinken nur unter die Bewußtseinsschwelle hinab, über die sie jedoch jederzeit wieder emporzutauchen vermögen. J. Müller modifiziert diese Anschauung nur insofern, als er an Stelle des Unbewußten das Unbemerkte, d. h.

[1]) Müller, Josef, Das Erinnern. Zeitschr. f. Philos. u. philos. Kritik, 107 u. 109. 1896.

das im Blickfelde des Bewußtseins Befindliche setzt; auch lehnt er die freisteigenden Vorstellungen ab. Im übrigen aber sind die beiden Anschauungen einander sehr nahe verwandt, leider auch hinsichtlich der von Müller an anderer Stelle ausdrücklich abgelehnten »Seelenatomistik« Herbarts, nach welcher in den Vorstellungen seelische Individuen zu sehen sind. Denn was treibt Müller anderes als eine versteckte Seelenatomistik, wenn er seine Ansicht, daß keine einmal aufgenommene Vorstellung absolut vergessen werden könne, mit der Frage begründet: »In der physischen Welt verschwindet nichts, warum sollten Gedanken verschwinden?« Ganz abgesehen von der Bedenklichkeit solcher Analogieschlüsse vom physischen auf das psychische Geschehen ist zu betonen, daß weder in der Quantität der Materie noch in der Summe der physischen Energie, außer denen wir doch im physischen Geschehen sonst nichts als konstant zu betrachten pflegen, ein physisches Analogon zu den Bewußtseinsinhalten zu finden ist, sobald wir eben nicht Seelenatomistik treiben, sondern in letzteren lediglich Prozesse und damit höchstens Äußerungen, wenn wir so wollen, einer psychischen Energie sehen, welche ebenso entstehen und verschwinden wie jeder andere Prozeß auch.

Das Extrem zu diesen Interpretationsversuchen der Gedächtniserscheinungen und ihnen doch in der dinglichen Auffassung der Vorstellungen verwandt sind die bisweilen unternommenen Versuche einer mechanistischen Begründung und Ableitung der Gedächtniserscheinungen. Sie finden sich schon bei den Physiologen des 18. Jahrhunderts und gründen sich vor allem auf diejenigen Gedächtnisphänomene, welche die körperliche Entwicklung und krankhafte Störungen gewisser Organe, besonders des Gehirns, begleiten. Wir dürfen uns zur Kennzeichnung dieser Deutungsversuche auf eine neuere, von Adamkiewiz[1]) unternommene Interpretation beschränken. Nach dieser Auffassung ist das Gedächtnis nichts Geistiges an sich, sondern vielmehr eine physische Kraft, die auf mechanischen, in den physikalischen Eigenschaften der Stoffe gegebenen Vorgängen beruht. Das an Begriffen und Vorstellungen leere Gehirn des neugeborenen Kindes zieht die ihm zuströmenden sinnlichen Eindrücke an, absorbiert sie mechanisch und sammelt die Welt in Gestalt von Bildern,

[1]) Adamkiewiz, A., Zur Mechanik des Gedächtnisses. Zeitschr. f. klin. Med. 40. 1900.

Schematen und Formen. Es wird eine besondere Attraktionskraft der jugendlichen Gehirnmasse für die den Sinneserregungen zugrunde liegenden Schwingungen angenommen, von der getrieben die Sinneseindrücke sich in die Gehirnmasse imprägnieren nach Analogie der Vorgänge auf der photographischen Platte oder dem Phonographen. Wir dürfen es uns ersparen, uns näher auf die abenteuerliche Form einzulassen, in der hier ein schon von Plato im Theätet symbolisch gebrauchtes Bild von liebenswürdiger Anschaulichkeit — der Vergleich der Gedächtnisvorgänge, eigentlich der Erlernungserscheinungen, mit dem Abdruck eines Siegelringes in Wachs — aller symbolischen Bedeutung bar mit dem Anspruch, die Gedächtniserscheinungen zu erklären, wiederkehrt.

Interessant ist an diesem Versuch eigentlich nur die Abscheidung des Gedächtnisses als einer physischen von den psychischen Funktionen; doch ist diese Trennung nichts Originales, sie ist vielmehr schon lange vorher von Hering[1]), allerdings unter andern, beachtenswerten Gesichtspunkten, unternommen worden. Unter Voraussetzung eines wenn auch nicht kausalen, so doch funktionellen Zusammenhanges der physischen mit den psychischen Erscheinungen sieht er, während der Gedankennexus unterbrochen ist, in einem beharrenden materiellen Eindruck das Substrat, welches die künftige Reproduktion ermöglicht. Dabei dehnt Hering den Begriff des Gedächtnisses in Übereinstimmung mit Ribot[2]) und Maudsley[3]) auf die gesamte organisierte Materie aus, indem er auch die Tatsachen der Vererbung wie Darwin[4]) selbst den Gedächtniserscheinungen subsumiert. So fruchtbar nun auch eine Zusammenfassung anscheinend disparater Erscheinungen, wie der Muskelreflexe und der Vererbung gewisser animalischer Fähigkeiten unter dem einheitlichen Gesichtspunkte physischer Dispositionen sein mag, so sehr ist doch im Interesse einer eindeutigen wissenschaftlichen Terminologie zu

[1]) Hering, E., Über das Gedächtnis als allgemeine Funktion der organisierten Materie. 2. Aufl. 1876.

[2]) Vgl. Wille, L., Über die psychophysiologischen und pathologischen Beziehungen des Gedächtnisses. Basel 1901. S. 9.

[3]) Maudsley, Physiologie und Pathologie der Seele. Würzburg 1870. S. 190ff.

[4]) Darwin, Die Entstehung der Arten. Kap. VIII. Vgl. dazu: Romanes, Die geistige Entwicklung im Tierreich. Leipzig 1885. S. 116ff. Preyer, W., Die Seele des Kindes. Leipzig 1882. S. 148ff.

wünschen, daß der Begriff der Gedächtniserscheinungen für die Realisierung psychischer Dispositionen in dem bisher gebrauchten Sinne gewahrt und für jene andern rein physischen Phänomene auch ein anderer Terminus geprägt werde. Über die Art jener materiellen Spur, welche im Nervensystem zurückbleiben soll, spricht sich Hering nur ganz allgemein dahin aus, daß sie als eine Veränderung des molekularen oder atomistischen Gefüges anzusehen sei, welche die Nervensubstanz zur Reproduktion derjenigen physischen Prozesse befähige, mit denen die entsprechenden psychischen Prozesse funktionell gegeben seien.

Dagegen entwickeln eine Reihe anderer Physiologen an der Hand bestimmter allgemeiner Grundanschauungen über psychophysische Zusammenhänge auch mehr oder minder ausführliche Theorien über die physiologische Bedingtheit und Abhängigkeit der Gedächtniserscheinungen. Jetzt wenig gebräuchlich, war doch früher ihre Erklärung mit Hilfe der Theorie der spezifischen Energien sehr naheliegend. Nach dieser ist das psychische Ergebnis einer nervösen Erregung verschieden je nach der Beschaffenheit der erregten Substanzen, deren Zahl und qualitative Verschiedenheit beliebig groß angenommen werden kann; jedes nervöse Gebilde kann seine Zustände nur in einer Richtung verändern und so nur eine sehr beschränkte Zahl irgendwie abgestufter, aber verwandter psychischer Prozesse hervorbringen. Wenn auch nicht mehr ernstlich daran gedacht wird, die Gedächtniserscheinungen in dem Sinne aus spezifischen Energien zu erklären, daß für jeden möglichen psychischen Einzelinhalt eine besondere Substanz oder wenigstens eine besondere Zelle gleichsam reserviert sei, so bedeutet doch die von Ziehen[1]) gemachte Annahme von der Existenz besonderer Erinnerungszellen, denen also eine spezifische Funktion zukäme, einen immerhin verwandten Gedanken. Man hat sich nach Ziehen den Vorgang so vorzustellen, daß die Empfindungszellen die empfangene Erregung an die Erinnerungszellen abgeben, in denen dann latent das Erinnerungsbild als eine materielle Spur zurückbleibt. Eine verwandte Hypothese der Lokalisation findet sich bei H. Cornelius[2]) angedeutet, wenn er der

[1]) Ziehen, Th., Leitfaden der Physiologischen Psychologie. 1896. S. 119. Vgl. auch Horwicz, A., Psychologische Analysen. Halle 1872. I, S. 287f.

[2]) Cornelius, Versuch einer Theorie der Existentialurteile. S. 42f.

Erregung eines Teils C_1 des Zentralorgans die Erinnerung und Einbildung entsprechen läßt, und in einem Teil C_2 desselben das Organ der Empfindungen sieht, dessen partielle Erregung stets diejenige des entsprechenden Teils von C_1 zur Folge habe. Übrigens hält es Ziehen[1]) bei dem hypothetischen Charakter dieser Vorstellungen auch für möglich, daß nicht nur Empfindung und Erinnerung an dasselbe materielle Substrat gebunden sind, sondern daß auch die Fasernetze und die durch sie bezeichneten Bahnen es sind, welche die Erregung und mit ihr eine bleibende materielle Veränderung erfahren. Damit nähert sich Ziehen bedeutend der sogenannten Leitungstheorie, welche in einer Übertragung der bei der Erforschung der peripheren Nervenfaser gewonnenen physiologischen Grundbegriffe der Leitung auf das Zentralnervensystem beruht. Nicht in den Zellen selbst, sondern in deren interzellulären Verbindungen sieht sie das physische Substrat aller Gedächtniserscheinungen. Die nervösen Gebilde geben nämlich einen irgendwie hervorgerufenen Erregungsvorgang je nach den anatomischen Verhältnissen auf verschiedenen Wegen weiter, auf denjenigen nämlich, in welchen sie den geringsten Widerstand finden. Die bei andern organischen Verrichtungen oft konstatierte Beeinflussung der anatomischen Bildung durch die Funktion selbst läßt auch hier erwarten, daß die Verbindungswege nach immer erneuter Durchlaufung allmählich immer leichter passierbar, daß sie »ausgefahren« werden, wie man sich bildlich ausgedrückt hat. Es braucht nicht betont zu werden, wie leicht sich dieser Leitungstheorie alle die Tatsachen der Assoziation und die Gedächtniserscheinungen zu einer Erklärung fügen. Die von neuem bewirkte Erregung schlägt eben immer den ausgefahrensten Weg ein, weil sie da den geringsten Widerstand findet. Das allmähliche Vergessen andererseits läßt sich aus der Nichtbenutzung einer Leitung und der Überdeckung bzw. Störung derselben durch Verwendung ihrer Elemente in neueren Bahnen erklären. Ja sogar die Bekanntheitsqualität läßt sich hier auf die größere oder geringere Leichtigkeit der Leitung zurückführen, wie man ja auch das sogenannte Geltungsgefühl[2]) bei Urteilen auf dieses Moment hat gründen wollen. Eine sehr verwandte

[1]) Ziehen, a. a. O. S. 151f.

[2]) Vgl. v. Kries, Über die materiellen Grundlagen der Bewußtseinserscheinungen. Progr. 1898. S. 52.

Anschauung vertritt Höffding[1]), wenn er die Bekanntheitsqualität auf die größere Leichtigkeit zwar nicht der Leitung, aber gewisser molekularer Umlagerungen zurückführt. Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß Lehmann[2]) demgegenüber das psychische Korrelat der größeren Leichtigkeit im Vollzug der nervösen Funktion in einem an der Empfindung haftenden Gefühlston sieht, welcher aber mit der Bekanntheitsqualität nichts zu tun habe, da diese — wenigstens für Geruchsempfindungen — nicht in einer Ab- bzw. Zunahme des Gefühlstons bestehen könne.

Die den Annahmen der Leitungstheorie zugrunde liegenden Vorstellungen erfahren schließlich eine bedeutende Vervollständigung durch die von Exner[3]) eingeführten Begriffe der Bahnung und Hemmung, welche rasch verlaufende Änderungen in den Widerständen zentraler Leitungen voraussetzen. Gegen den von Exner unternommenen Versuch, die psychischen Erscheinungen einer naturwissenschaftlichen Betrachtung zugänglich zu machen, so zwar, daß sie ihre Sonderstellung unter den Naturphänomenen verlieren, sind von Schwarz[4]) Bedenken geltend gemacht worden, welche sich teils gegen die speziellen von Exner gemachten Annahmen, teils aber auch gegen den Versuch einer Zuordnung der psychischen zu den zentralen physischen Vorgängen überhaupt wenden. Ihrer prinzipiellen Bedeutung wegen dürfen wir diese Einwände nicht übersehen. Mit Recht betont Schwarz, daß die wechselseitige Zuordnung psychischer und nervöser Prozesse voraussetze, daß die letzteren eine Mannigfaltigkeit mindestens gleicher Ordnung wie jene darstellen. Schwarz stellt nun die Behauptung auf, daß die Mannigfaltigkeit der Bewußtseinsvorgänge diejenige der mechanischen Vorgänge, welche ihnen physiologisch parallel gehen, übersteige, und verneint somit die Möglichkeit nicht nur einer umfassenden mechanischen Erklärung, sondern einer wechselseitigen Zuordnung überhaupt[5]). Diese Beweiskraft

[1]) Höffding, Psychologie in Umrissen auf Grund der Erfahrung. 2. Aufl. S. 163.

[2]) Lehmann, A., Kritische und experimentelle Studien über das Wiedererkennen. Phil. Stud. 7, S. 182f., 191, 193.

[3]) Exner, S., Entwurf zu einer physiologischen Erklärung der psychischen Erscheinungen. Leipzig u. Wien 1894.

[4]) Schwarz, H., Die Umwälzung der Wahrnehmungshypothesen durch die mechanische Methode. Leipzig 1895.

[5]) Schwarz, a. a. O. 2. Teil, S. 154.

können wir den Gründen Schwarz' denn doch nicht zugestehen, da ihnen eine allgemeinere Bedeutung aus dem Grunde abgeht, daß sie sich auf die von Exner gemachten speziellen Voraussetzungen stützen. Auf dessen Voraussetzungen fußend leitet Schwarz für die nervösen Vorgänge in den Rindenbahnen eine Mannigfaltigkeit zweiter Ordnung ab, weil sich die nervösen Erregungen hinsichtlich der erregten Bahnen und hinsichtlich der Intensität der Erregung unterscheiden bzw. abstufen. Den Wahrnehmungen dagegen glaubt Schwarz im Sinne Exners eine dreidimensionale Mannigfaltigkeit zuschreiben zu müssen, indem er die von ihm aufgeführten drei Merkmale der Empfindung, nämlich ihre Qualität, Intensität und ihr Lokalzeichen, zugrunde legt. Die Erörterung der Frage, ob das Lokalzeichen als ein eine neue Dimension erschließendes, »der Empfindung immanentes Moment« zu betrachten sei, gehört nicht in den Rahmen dieser Untersuchung. Wir dürfen uns vielmehr auf die Andeutung beschränken, daß unter andern Voraussetzungen über die Mannigfaltigkeitsgrade der betrachteten Vorgänge eine wechselseitige Zuordnung der nervösen und der psychischen Prozesse sehr wohl möglich und mit den Forderungen der Mannigfaltigkeitslehre vereinbar ist. Darauf aber mag uns noch hinzuweisen gestattet sein, daß man zu einer Übertragung des Mannigfaltigkeitsbegriffs auf Bewußtseinsinhalte nicht schreiten möge, ohne die Grenzen seiner Anwendbarkeit genau festgelegt zu haben.

Obwohl wir sonach den allgemeinen Bedenken gegen die Möglichkeit einer Zuordnung überhaupt nicht beistimmen können, müssen wir doch gegen die erweiterte Leitungstheorie als speziellen Versuch einer solchen den Einwand erheben, daß sie uns nicht imstande zu sein scheint, der Wirkung der rückläufigen oder Nebenassoziationen in einer Erklärung gerecht zu werden. Daß nämlich beispielsweise bei der Reproduktion eines Liedes, in welchem derselbe Ton oftmals wiederkehrt, doch immer wieder andere Tonfolgen an den einen Ton sich anreihen, das läßt auf ein Bestimmtsein des Folgenden nicht nur durch das unmittelbar vorangehende Element, sondern auch durch das weiter Voraufgehende schließen[1]). Wie will es aber die Leitungstheorie erklären, daß die Erregung eines und desselben nervösen

[1]) Vgl. v. Kries, a. a. O. S. 25 f.

Gebildes sich das eine Mal in diese, das andere Mal in jene benachbarte Bahn fortpflanzt?

Während leider manche der zitierten Interpretationsweisen dadurch in fruchtlosen Streit miteinander geraten und ihre Entwicklungen bestimmen lassen, daß sie es für notwendig erachten, ihre Ausführungen auf irgendwelchen metaphysischen Voraussetzungen über das Verhältnis der psychischen zu den physischen Erscheinungen aufzubauen, indem sie entweder auf Grund willkürlicher Substanzhypothesen eine Art metaphysischen Parallelismus hypostasieren oder aber in bewußtem Gegensatz zu diesem unter nicht minder hypothetischen Voraussetzungen metaphysischer Natur durch eine »naturwissenschaftliche« Betrachtungsweise der psychischen Phänomene dieselben ihrer Selbständigkeit zu entkleiden suchen, ist doch für beide Wissenschaften, Psychologie und Physiologie, ein gedeihliches Zusammenarbeiten nur denkbar, wenn sie frei von metaphysischen Voraussetzungen die ihnen durch ihre spezifische Betrachtungsweise gezogenen Grenzen respektieren, d. h. durch das Prinzip des psychophysischen Parallelismus als ein heuristisches[1]) die Frage nach dem Zusammenhang der psychischen mit den physischen Erscheinungen für sich als erledigt betrachten. Die Psychologie wird darum die Gedächtniserscheinungen immer auf gewisse durch frühere Apperzeption geschaffene psychische Dispositionen zurückführen müssen, und es bleiben ihr für die experimentelle Behandlung der Frage nur die Realisierungen dieser Dispositionen in den Erscheinungen der Reproduktion und des Wiedererkennens, von denen aus sie das Problem in Angriff nehmen kann[2]).

[1]) Vgl. Wundt, Physiologische Psychologie. 5. Aufl. 3. Band. S. 768 ff.

[2]) Es wäre als ein verfehltes Beginnen zu bezeichnen, wenn man die obenerwähnten psychischen Dispositionen, welche nach ihrer Definition als bloß logisch postulierte Voraussetzungen selbständiger Bewußtseinsinhalte nie selbst zu solchen werden können, psychologisch anders zu charakterisieren versuchte als durch die Apperzeptions- bzw. Perzeptionsakte als ihre Vorbedingungen und durch die Gedächtniserscheinungen als ihre Äußerungen. Dagegen bildet es die gesonderte Aufgabe einer Psychologie der Vergleichsurteile, zu ermitteln, inwieweit sich die Dispositionen im Vergleichsakt zu psychischen Inhalten realisieren und so den momentanen Gesamtinhalt des Bewußtseins in seiner Konstitution mitbestimmen werden, und in welchem Maße Gefühlskomplexe auf der einen und Vorstellungsgruppen auf der andern Seite bei der vergleichsweisen Beurteilung eines gegebenen Tatbestandes in Frage kommen. Diese Probleme erheischen eine zu umfassende Behandlung, als daß sie in dem Rahmen der vorliegenden Untersuchungen eine Beantwortung finden könnten; wir ver-

Den Physiologen hingegen fällt die Aufgabe zu, von allgemeineren Gesichtspunkten einer Physiologie des Zentralnervensystems aus die den psychischen Prozessen, insonderheit den Gedächtniserscheinungen parallel laufenden zentralen nervösen Erregungen und die sie bedingenden physischen Dispositionen im Zentralorgan zu verfolgen und aufzudecken. Freilich ist kaum anzunehmen, daß in der Verfolgung des Leitungsprinzips diese Lösung gegeben ist; beruht dieses doch auf einer zwar in vieler Hinsicht fruchtbaren, aber doch ganz willkürlichen Übertragung der für die periphere Nervenfaser gültigen Beziehungen auf die wahrscheinlich ganz andersartigen Vorgänge im Zentralnervensystem. Ob nun das Leitungsprinzip ganz fallen zu lassen ist und an Stelle der interzellulären vielleicht intrazelluläre Vorgänge und Zustände im Sinne einer Differenzierung innerhalb der einzelnen Zellen[1]) treten werden, oder ob schließlich auch hier der Ordnungsbegriff eines Mannigfaltigen in exakterer Formulierung und in einem weiteren als dem oben gebrauchten Sinne noch eine Rolle spielen wird, darüber steht uns hier ein Urteil nicht zu.

Viele schon positiv fundierte Erkenntnisse über enge Beziehungen physischer Funktionen und Zustände zu den Gedächtniserscheinungen, wie die Erkenntnis des Zusammenhanges der letzteren mit den Ernährungsvorgängen der grauen Nervensubstanz, und die vielfachen, durch die Pathologie des Gedächtnisses gegebenen Anregungen lassen es aber gerade für das Sondergebiet der Gedächtniserscheinungen besonders wünschenswert erscheinen, daß die Psychologie mit der physiologischen Forschung wie auch mit der Psychopathologie in engem Konnex bleibe. Jedenfalls lasse sie sich nicht durch so fremdartige und geradezu bedenkliche Gesichtspunkte zu einer summarischen Nichtbeachtung der physiologischen Parallelen verleiten, wie sie Josef Müller[2]) aufstellt, wenn er wegen der angeblich beschränkten Anzahl von Bewegungskombinationen, welche das Gehirn fasse, in jeder

---

weisen aber zur Orientierung über die hier auftretenden Fragen auf: W. Wirth, Zur Theorie des Bewußtseinsumfanges und seiner Messung. Philos. Stud. 20, bes. Kap. 3 (S. 536ff.), wo der Vergleich als »allgemeines phänomenologisches Prinzip« hinsichtlich seiner Voraussetzungen und der gleichzeitig sich ergebenden Folgerungen für die Theorie des Bewußtseinsumfanges untersucht wird.

[1]) v. Kries, a. a. O. S. 60f.

[2]) Müller, J., a. a. O. 107, S. 245.

physiologischen Interpretation der intellektuellen Vorgänge eine »Festlegung der geistigen Prozesse« erblickt, welche dem unbeschränkten Wachstum der geistigen Energie und jedem Kulturfortschritt zu widersprechen scheine. Uns scheint vielmehr der gerade umgekehrte Schluß näherzuliegen, daß eben die bisherige Unbeschränktheit der psychischen Entwicklungen auf eine wesentlich kompliziertere Natur auch der zentralen nervösen Vorgänge hinweise, als man sie bisher glaubte annehmen zu dürfen.

Bibliographie.

Als Appendix geben wir unserer Abhandlung eine Zusammenstellung der Literatur bei, welche das Gedächtnisproblem behandelt, um diese im Laufe unserer Arbeiten zunächst für den persönlichen Gebrauch entstandene Sammlung der in psychologischen, physiologischen, medizinischen und pädagogischen Zeitschriften weit verstreuten einschlägigen Literatur auch für die Allgemeinheit nutzbar zu machen. In der Überzeugung, einem offenbaren Bedürfnis entgegenzukommen, das wir selbst empfunden haben, setzen wir daher die von Kennedy im Jahre 1898 in der Psychological Review (V) gegebene Bibliographie fort. Wir haben es uns angelegen sein lassen, Lücken, die sich bei ihm fanden, auszufüllen, beschränkten uns aber anderseits darauf, aus der schon bei ihm aufgeführten Literatur nur das für die vorliegende Abhandlung Wichtigste herauszuheben, weshalb wir hiermit auf jene Zusammenstellung als Ergänzung der unsrigen verweisen. Wir mußten es uns versagen, auch die Grenzgebiete, insonderheit die Assoziationspsychologie, zu berücksichtigen, und auch zur Pathologie des Gedächtnisses konnten wir nur einige Abhandlungen bringen, welche von allgemeinerem, besonders methodischem Interesse sind; ist doch gerade die Literatur über die verschiedenen Arten von Amnesie besonders stark angewachsen. Ebenso verzichteten wir auf eine Aufführung der lediglich praktischen Gesichtspunkten dienenden mnemotechnischen Literatur.

Leider dürfen wir bei dem Umfang des Materials nicht hoffen, eine ganz vollständige Bibliographie zu bieten, zumal für die letztvergangene Zeit die dankenswerten jährlichen Bibliographien der Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane und der Psychological Review, auf welche wir uns neben eigener Sammelarbeit besonders stützten, noch nicht erschienen sind. Es werden sich aber an der Hand dieser Zusammenstellungen etwaige Lücken in den allerneuesten Erscheinungen mühelos ausfüllen lassen.

Abeles, G., Das Gedächtnis. Das Wissen f. Alle, 60—62, 77—79, 94—98. (1902.)
Adamkiewiz, A., Gedächtnisstutzigkeit. Wiener med. Wochenschr. (1897), 753.
——, Zur Mechanik des Gedächtnisses. Zeitschr. f. Klin. Med. 40, 403—411. (1900.)
Allin, A., Recognition. Am. Journ. of Psych. 7, 249—273. (1896.)
—— und Calkins, M. W., Recognition. Psych. Rev. 3, 542—548. (1896.)
Angell, Fr., u. Harwood, H., Experiments on Discrimination of Clangs for Different Intervals of Time. Am. Journ. of Psych. 11, 67—79; 12, 58—79. (1899, 1900.)

Arréat, L., Mémoire et imagination. Paris, Alcan (1895), 171 S.
Bagen, B., The Psychologie of Learning a Foreign Language. Educ. (1899) 20, 152—159.
Bair, J. H., The Process of Learning. New York. Teachers Monographs 8, 51. (1902.)
Bancels, s. Larguier des B.
Barthel, P. O., Beitrag zur Pathologie des Gedächtnisses. Diss. München. (1894.) 48 S.
Baudrillart et Roussel, La mémoire de l'orthographe. Bull. Soc. Etude Psychol. de l'Enfant (1902), 140—151.
Benthall, W., Memory. Quart. Med. J. 6, 219—235. (1898.)
Bentley, M., The Memory Image and its Qualitative Fidelity. Am. Journ. of Psych. 11, 1—48. (1900.)
Bergemann, Gedächtnistheoretische Untersuchungen und mnemotechnische Spielereien im Altertum. Arch. f. Gesch. d. Philos. 8, 336—352, 484—497.
Bergemann, P., Über Reproduktion und Gedächtnis. Rhein. Bl. f. Erz. u. Unterr. (1896.)
Bergson, H., Mémoire et reconnaissance. Rev. Philos. 41, 225—248, 380—399. (1896.)
——, Matière et mémoire. Essai sur la relation du corps à l'esprit. Paris, Alcan. 276 S.
Bergström, J. A., Experiments upon Physiological Memory by Means of the Interference of Associations. Am. Journ. of Psych. 5, 356—369.
Bernardini, C., e Ferrari, G. C., Ricerche sperimentali sulla memoria musicale nei frenastenici. Riv. di Fren. 22, 315—323.
Bernstein, A., Über eine einfache Methode zur Untersuchung der Merkfähigkeit resp. des Gedächtnisses bei Geisteskranken. Zeitschr. f. Psych. u. Physiol. d. Sinnesorg. 32, 259—263. (1903.)
Biervliet, J. J. v., La mémoire. Gent u. Paris (Alcan). (1893.) 40 S.
——, Le problème de la mémoire en psychologie expérimentale. Rev. d. Quest. Scient. 18, 454—488. (1900.)
——, La mémoire. Paris, Doin. (1901.)
——, La mémoire motrice. Rev. de Philos. 2, 7—24. (1901.)
——, Esquisse d'une éducation de la mémoire. Rev. de Philos. 3, 117—137, 479—516. (1903.)
Binet, A., Notes on the Experimental Study of Memory. (Tr. by H. C. Warren.) Amer. Natural. 31, 912—916. (1897.)
Bolton, F. E., The Accuracy of Recollection and Observation. Psych. Rev. 3, 286—295. (1896.)
Bradley, F. H., Some Remarks on Memory and Inference. Mind, N. S. 8, 145—166. (1899.)
Brodmann, K., Experimenteller und klinischer Beitrag zur Psychopathologie der polyneuritischen Psychose. Journ. f. Psychol. u. Neurol. 1, 225—246; 3, 1—48. (1903, 04.)
Bucher, J. F., Memory as a Function of the Brain. Pop. Sc. Notes 28, 121—122. (1894.)
Calkins, W. M., Short Studies in Memory and in Association from the Wellesley College Laboratory. Psych. Rev. 5, 451—463. (1898.)

Calkins, W. M., s. auch Allin.

Chartier, E., Sur la mémoire. Rev. de Métaph. et de Mor. 7, 26—38, 302—324, 563—578. (1899.)

Clemenz, B., Über die Pflege des Gedächtnisses unter Berücksichtigung der neuesten psychologischen Forschungen. Päd. Monatsh. (1902), 413—427. Praxis d. Landschule 11, 21—29.

Cohn, J., Experimentelle Untersuchungen über das Zusammenwirken des akustisch-motorischen und des visuellen Gedächtnisses. Zeitschr. f. Psych. u. Physiol. d. Sinnesorg. 15, 161—183. (1897.)

——, Beiträge zur Kenntnis der individuellen Verschiedenheiten des Gedächtnisses. 3. Internat. Kongr. f. Psych. München 1896, 456—457.

Colegrove, F. W., Individual Memories. Am. Journ. of Psych. 10, 228—257.

——, Memory. An Inductive Study. New York, Holt (1900). 367 S.; 2. Aufl. (1901).

——, The Time Required for Recognition. Am. Journ. of Psych. 5, 347—385. (1898, 99.)

Dandolo, G., La dottrina della memoria nella psicologia inglesa da Fr. Bacon ai tempi nostri criticamente eposta. Reggio, Borghi (1892). 157 S.

——, La dottrina della memoria in Cartesio, Malebranche e Spinoza. Riv. Ital. di Filos. 8, 1. (1893.)

——, La dottrina della memoria nel sensualismo e materialismo francese. Riv. di Filos. Scientif. S. 2ª. 9, 348—371. (1890.)

Dardel, M., La mémoire. Etude critique. Diss. Neuchâtel. 44 S. (1896.)

Dauriac, L., La mémoire musicale. Rev. Philos. 39, 400—422.

Dearborn, G. V., Recognition under Objective Reversal. Psych. Rev. 6, 395—406. (1899.)

Delabarre, E. B., A Method of Recording Eye-Movements. Am. Journ. of Psych. 9, 572.

Denio, F. B., Memory and its Cultivation. Educ. 18, 217—228.

Diehl, A., Zum Studium der Merkfähigkeit. Experimental-psychologische Untersuchung. Berlin (1902). 39 S.

Dörner, A., Einiges vom Gedächtnis. Eine psychol. Skizze. Bunzlau (1902). 51 S.

Dörpfeld, F. W., Beiträge zur pädagogischen Psychologie in monographischer Form. 1. Heft: Denken und Gedächtnis. Gütersloh (1891). 179 S.

Dreher, E., Grundzüge einer Gedächtnislehre. Sammlung pädag. Vortr. Bielefeld (1892). 23 S.

Dugas, L., La mémoire brute et la mémoire organisée. Rev. Philos. 38, 449—464. (1894.)

——, Observations sur la fausse mémoire. Rev. Philos. 38, 376. (1894.)

Durand-Gréville, E., A propos de la mémoire. Rev. Scientif. 52, 410.

Duval, M., Quelques faits relatifs à une particularité de la mémoire (inhibition excitée par certaines images visuelles sur d'autres images visuelles). C. R. Soc. de Biol. (1890), 281.

Ebbinghaus, H., Über das Gedächtnis. Leipzig (1885). 169 S.

Ebert, E., und Meumann, E., Über einige Grundfragen der Psychologie der Übungsphänomene im Bereiche des Gedächtnisses. Arch. f. d. ges. Psychol. 4, 1—232. (1904.)

Egger, V., Le souvenir dans le rêve. Rev. Philos. 46, 154.

Fauth, F., Das Gedächtnis. Sammlung v. Abh. aus d. Geb. d. päd. Psych. u. Phys. 1, 5. Heft. Berlin, Reuther u. Reichard (1898). 88 S.

Ferrari, s. Bernardini.

Ferrand, A., Mémoire, sensibilité et conscience. Ann. de Philos. chrét. 70, 265—270.

Finzi, J., Ricerche sperimentali sull'origine di alcuni errori della memoria. Riv. di pat. nerv. e ment. 3. (1898.)

——, Zur Untersuchung der Auffassungsfähigkeit und Merkfähigkeit. Psychol. Arb. 3, 289—384. (1901.)

Flügel, O., Gedächtnis-Experimente. Zeitschr. f. Philos. u. Päd. (1902), 322—325.

Franz, S. J., and Houston, H. E., The Accuracy of Observation and Recollection in School Children. Psych. Rev. 3, 531—535. (1896.)

Free, H., Welche Einsicht in die Lernprozesse die neuere Psychologie gewährt. Aus d. Schule f. d. Schule 14, 241—246. (1902.)

French, F. C., The Mental Imagery of Students. Psych. Rev. 9, 40—56.

Freud, S., Zum psychischen Mechanismus der Vergeßlichkeit. Monatsschr. f. Psychiatr. u. Neurol. 4, 436—442. (1898.)

Gerwert, A., Experimentelle Untersuchungen über das Gedächtnis optischer Wahrnehmungen. Obosrenije psichiatrii 8. (1899.)

Gießler, C. M., Über die Vorgänge bei der Erinnerung an Absichten. Halle (1895). 32 S.

Gordon, K., Meaning in Memory and in Attention. Psych. Rev. 10, 267—283. (1903.)

——, Über das Gedächtnis für affektiv bestimmte Eindrücke. Ber. üb. d. 1. Kongr. f. exp. Psychol. in Gießen (1904), S. 52—53.

Guiccardi, G., e Ferrari, G. C., Il calculatore mentale Zaneboni. Contributo alla Psicologia delle memorie parziali. Riv. di Freniatr. 23, 132—159, 407—429. (1897.)

Guillon, A., Les maladies de la mémoire. Essai sur les hypermnésies. Paris, Baillière (1897).

Hartog, M., Interpolation in Memory. Contemp. Rev. 78, 532—539.

Hegelmaier, Über das Gedächtnis für Linearanschauungen. Arch. f. physiol. Heilk. (1852.)

Henri, V., Education de la mémoire. Année Psychol. 8, 1—48. (1902.)

Hering, E., Über das Gedächtnis als allgemeine Funktion der organisierten Materie. Wien, 2. Aufl. (1876.) 22 S.

Herrick, C. L., The Propagation of Memories. Psych. Rev. 4, 294—297. (1897.)

Hinshelwood, J., The Visual Memory for Words and Figures. Brit. Med. Journ. (1896.)

Hirth, G., Thesen zu einer Lehre von den »Merksystemen«. 3. Internat. Kongr. f. Psychol. München (1896), 458—473.

Höffding, H., Über Wiedererkennen, Assoziation und psychische Aktivität. Vierteljahrsschr. f. wiss. Philos. 13, 420—458; 14, 27—54, 167—205, 293—316. (1889, 1890.)

——, Zur Theorie des Wiedererkennens. Philos. Stud. 8, 86—96.

Huber, Das Gedächtnis. München (1878). 93 S.

Jost, A., Die Assoziationsfestigkeit in ihrer Abhängigkeit von der Verteilung der Wiederholungen. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. 14, 436—472. (1897.)

Kallas, R. G., System der Gedächtnislehre. Dorpat (Jurjew), Laakmann. (1897.)

Kay, D., The Science of Memory. London. (1902.)

Kennedy, Fr., On the Experimental Investigation of Memory (mit Bibliogr.). Psych. Rev. 5, 477—499. (1898.)

Kemsies, F., Gedächtnisuntersuchungen an Schülern. Zeitschr. f. päd. Psych. 2, 21—30, 84—95; 3, 171—183, 281—291.

Kirchner, F., Über das Gedächtnis. Eine psychol.-pädag. Studie. Berlin (1892). 31 S.

Kirkpatrick, E. A., Memory and Association. Psych. Rev. 5, 654—655. (1898.)

Kraepelin, Merkfähigkeit. Monatsschr. f. Psychiatr. u. Neurol. (1900), 245—250.

Larguier Des Bancels, Les méthodes de mémorisation. Année Psych. 8, 184—203. (1902.)

——, Note sur les variations de la mémoire au cours de la journée. Année Psych. 8, 204—214. (1902.)

——, Sur la mémorisation. Bull. Soc. Etude Psychol. de l'Enfant. (1901), 123—125; (1902), 137—139.

——, Expériences sur la mémoire. Année Psych. 10. (1903.)

Lasson, A., Das Gedächtnis. Philos. Vorträge d. philos. Ges. zu Berlin. 3. Folge, 2. Heft. Berlin, Gaertner (1894). 72 S.

Laurent, E., L'illusion de fausse reconnaissance: illusion de déjà vu. Rev. de Philos. 3, 517—526.

Lebrun, H., La reproduction. Rev. Néoscholastique 7, 78—232. (1900.)

Lehmann, A., Über Wiedererkennen. Philos. Stud. 5, 96—156. (1888.)

——, Kritische und experimentelle Studien über das Wiedererkennen. Philos. Stud. 7, 169—212. (1891.)

Lewy, W., Experimentelle Untersuchungen über das Gedächtnis. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. 8, 231—292. (1895.)

Lobedank, Gedächtnis und Auswendiglernen. Zeitschr. f. Schulgesundheitspflege (1901), 443—452.

Lobsien, M., Experimentelle Untersuchungen über die Gedächtnisentwicklung bei Schulkindern. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. 27, 34—76. (1902.)

——, Über Gedächtnisentwicklung bei Schulkindern. Der Deutsche Schulmann (1902), 12—24, 62—71.

——, Memorieren. Zeitschr. f. pädag. Psychol. 4, 293—306. (1902.)

Lukens, H. T., The Connection between Thought and Memory. Boston (1895), 169 S.

Luys, J., Localisation de certains phénomènes de la mémoire; applications possibles en médecine légale. Rev. de Méd. Lég. 3, 10—12.

Mauxion, M., La vraie mémoire affective. Rev. Philos. 51, 139—150. (1901.)

Meumann, E., Experimente über Ökonomie und Technik des Auswendiglernens. Schweiz. Lehrerzeitung (1901), Nr. 42, 43, 44. Sep.-Abdr. Zürich, Füßli (1901).

——, Über Ökonomie und Technik des Lernens. Sep.-Abdr. aus »Die Deutsche Schule« 7, Heft 3—7. Leipzig, Klinkhardt (1903).

Mondolfo, R., Memoria e associazione nella scuola Cartesiana. Florenz, Ricci (1900). 35 S.

Müller, G. E., und Schumann, F., Experimentelle Beiträge zur Untersuchung des Gedächtnisses. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. 6, 81—190, 257—339. (1894.)

Müller, G. E., und Pilzecker, A., Experimentelle Beiträge zur Lehre vom Gedächtnis. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. Erg.-Bd. 1. 300 S. (1900.)

Müller, Josef, Das Erinnern. Zeitschr. f. Philos. u. philos. Kritik. 107, 232—252; 109, 50—59. (1896.)

Müller, R., Über das Wesen des Reproduktionsvorganges. Ber. üb. d. 1. Kongr. f. exp. Phychol. in Gießen 1904, S. 55.

Münsterberg, H., Beiträge zur experimentellen Psychologie 2, 163; 4, 69. (1892.)

Netschajeff, A., Experimentelle Untersuchung über die Gedächtnisentwicklung bei Schulkindern. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. 24, 321—351. (1900.)

——, Zur Frage über Gedächtnisentwicklung bei Schulkindern. C. R. IVe Congrès Int. de Psychol. (1900,01), 421—426.

——, Über Memorieren. Sammlung v. Abh. aus d. Geb. d. Päd. Psychol. u. Physiol. 5, 5 Berlin, Reuther u. Reichard (1902), 39 S.

Noiszewski, Hypothese über die Entstehung der Gedächtnisspuren von Seheindrücken und der reflektierten Bewegungen. Zentralbl. f. Nervenheilk. u. Psychiatr. 14, 241—250. (1891.)

Ogden, R. M., Untersuchungen über den Einfluß der Geschwindigkeit des lauten Lesens auf das Erlernen und Behalten von sinnlosen und sinnvollen Stoffen. Arch. f. d. ges. Psychol. 2, 93—189. (1903.)

Osborn, H. F., Rapid Memorizing, »Winging a Part«, as a Lost Faculty. Psych. Rev. 9, 183—184. (1902.)

Paulhan, F., Sur la mémoire affective. Rev. Philos. 54, 545—569; 55, 42—70. (1902.)

Pentschew, Chr., Untersuchungen zur Ökonomie und Technik des Lernens. Arch. f. d. ges. Psychol. 1, 417—526. (1903.)

Piéron, H., La question de la mémoire affective. Rev. Philos. 54, 612—615. (1902.)

——, Les recherches expérimentales sur la mémoire. Rev. de Psychiatr. 2e S. 5, 49—63. (1902.)

——, Mesure de la mémoire des chiffres. Rev. de Psychiatr., 2e S. 5, 16—19. (1902.)

Pillon, F., La mémoire affective, son importance théorique et pratique. Rev. Philos. 51, 113—138. (1901.)

Plettenberg, Neuere Abhandlungen und Untersuchungen über das Gedächtnis; Zeitschr. f. Hypnotismus 10, 91—114.

Potwin, E. B., Study on Early Memories. Psych. Rev. 8, 596—601. (1901.)

Prodan, J. S., »O pamjati« (Über das Gedächtnis I u. II). Dorpat (Jurjew) (1901). 392 S.

Prowazek, S., Das Gedächtnis. D. Natur, 5. (1901.)

Quincy, J. P., The Limits of Reliable Memory. (Repr. fr. Proc. Mass. Hist. Soc.) Cambridge, Wilson (1901). 10 S.

Radoslawow-Hadji-Denkow, Z., Untersuchungen über das Gedächtnis für räumliche Distanzen des Gesichtssinnes. Philos. Stud. 15, 318—452. (1899.)

Ranschburg, P., Studien über die Merkfähigkeit der Normalen, Nervenschwachen und Geisteskranken. Monatsschr. f. Psychiatr. u. Neurol. 9, 241—259. (1901.)

——, Apparat und Methode zur Untersuchung des (optischen) Gedächtnisses für medizinische und pädagogisch-psychologische Zwecke. Monatsschr. f. Psychiatr. u. Neurol. 10, 321—333. (1901.)

Ranschburg, P., Über die Bedeutung der Ähnlichkeit für das Erlernen, Behalten und die Reproduktion. Ber. üb. d. 1. Kongr. f. exp. Psychol. in Gießen 1904, S. 53—54.

Renaut, J., Le neurone et la mémoire cellulaire. Rev. Scient. 4e S., 12, 321—332. Ann. d. Sc. Psych. 9, 262—289. (1899.) Lyon (1899), 40 S.

Ribot, Th., Les maladies de la mémoire. Paris. (1888.)

——, Recherches sur la mémoire affective. Rev. Philos. 38, 376—401. (1894.)

Riva, A., Il problema dei segni fisici cerebrali della memoria. Diss. inaug. Parma. (1897.)

Rüdin, E., Auffassung und Merkfähigkeit unter Alkoholwirkung. Psychol. Arbeiten 4, 495—522. (1902.)

Scripture, E. W., Cooke, C. W., and Warren, M. C., Researches on Memory for Arm-movements. Stud. fr. the Yale Psychol. Lab. 5, 90—92. (1897.)

Schleinitz, O., Verwertung experimenteller Untersuchungen des Gedächtnisses für die Didaktik. Deutsche Schulpraxis 17, 23.

Schneider, H., Über Auffassung und Merkfähigkeit beim Altersblödsinn. Psychol. Arbeiten 3, 458—481. (1901.)

Siegert, E., Einige Bemerkungen zur Frage des Gedächtnisses. Neue Bahnen (1901), 337—352.

Smith, W. G., The Place of Repetition in Memory. Psych. Rev. 3, 21. (1896.)

Sollier, P., Les troubles de la mémoire. Paris (1892). 262 S.

——, Cénésthésie cérébrale et mémoire. Rev. Philos. 48, 32—43. (1899.)

——, Le problème de la mémoire. Essai de Psycho-méchanique. Paris (Alcan) (1900). 218 S.

Stanley, H. M., and Scripture, E. W., Remarks on the Method of the »New Psychologie« with Memory. Science, N. S. 7, 713—714; 750—751.

Steffens, L., Experimentelle Beiträge zur Lehre vom ökonomischen Lernen. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg. 22, 321—382. (1900.)

Steinberg, S., Die anatomisch-physiologischen Grundlagen des Gedächtnisses. Arch. psichiatr. i. neurol. 16, 39—86. (russisch.) (1890.)

Störring, G., Zur Frage der Erinnerungsüberzeugung. Zeitschr. f. Philos. u. philos. Kritik 119, 39—41. (1901.)

Street, W. G., Memory as a Process. J. of Ped. 15, 138—146. (1902.)

Surbled, La mémoire. Etude de psycho-physiologie. 2e éd. Paris (1899), 136 S.

Swift, E. I., Studies in the Psychologie and Physiologie of Learning. Am. Journ. of Psych. 14, 201—251. (1903.)

Talbot, E. B., An Attempt to Train the Visual Memory. Am. Journ. of Psych. 8, 414—417. (1897.)

Tannery, P., Sur la mémoire dans le rêve. Rev. Philos. 45, 636—640.

Titchener, E. B., Affective Memory. Philos. Rev. 4, 65—76.

Tokarsky, A. A., Gedächtnis für Sätze. Zapiski Psichol. Lab. 1, 247—248. Gedächtnis für Worte, ebenda 167—169. Für Linien, Zahlen, Silben und Fragmente, ebenda 325—329. (russisch.)

Tselikow, J., Das Gedächtnis für Gesichtseindrücke. Zapiski Psichol. Lab. 1, 248—259. (russisch.)

Vaschide, N., La localisation des souvenirs. Année Psych. 3, 199—224. (1897.)

Washburn, M., The Process of Recognition. Philos. Rev. 6, 267—274. (1897.)

Whipple, G. M., An Analytical Study of the Memory Image and the Process of Iudgment in the Discrimination of Clangs and Tones. Am. Journ. of Psych. 12, 409—457; 13, 219—268. (1901,02.)

Wille, L., Über die psycho-physiologischen und pathologischen Beziehungen des Gedächtnisses. Basel (1901). 32 S.

Wirth, W., Ein neuer Apparat für Gedächtnisversuche mit sprungweise fortschreitender Exposition ruhender Gesichtsobjekte. Philos. Stud. 18, 701—714. (1903.)

Wolfe, H. K., Untersuchungen über das Tongedächtnis. Philos. Stud. 3, 534—571. (1886.)

Zaborski, K., Über das Gedächtnis für Gesichtsempfindungen. Diss. Dorpat (1894). 31 S. (russisch.)

Inhaltsübersicht.

1. Kapitel: Problemstellung und methodische Grundlegung.

Seite

§ 1. Einleitende Begriffsumgrenzungen 4
§ 2. Kritische Bemerkungen zu den bisher verwandten Methoden der Reproduktion und ihren Maßen 10
§ 3. Die Vergleichsmethoden, insonderheit die Methode der identischen Reihen 24

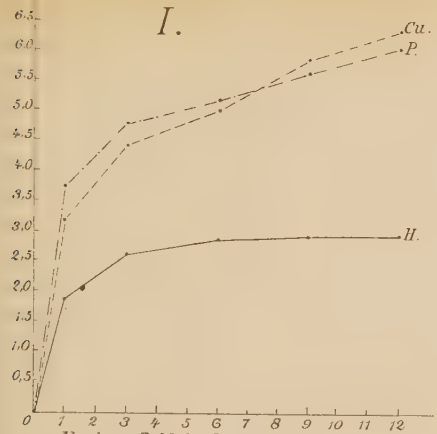
2. Kapitel: Experimentelle Untersuchungen.

§ 4. Das Gedächtnismaterial, der Apparat und das Versuchsverfahren 30
§ 5. Die Menge des Behaltenen als Funktion der Anzahl der Darbietungen . 38
§ 6. Die Menge des Behaltenen als Funktion der Expositionsdauer 42
§ 7. Die absolute und die relative Menge des Behaltenen als Funktionen der Reihenlänge 46
§ 8. Die Menge des Behaltenen als Funktion der zwischen den Einzeldarbietungen verfließenden Zeit oder des Intervalls 48
§ 9. Die Menge des Behaltenen als Funktion der Zwischenzeit 58
§ 10. Die Gedächtnistypen 62

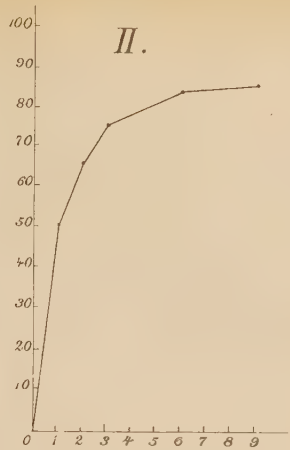
3. Kapitel: Zur Theorie der Gedächtniserscheinungen.

§ 11. Die Beziehungen der Gedächtniserscheinungen zu den Aufmerksamkeitsvorgängen und zum assoziativen Verlauf. Reproduktion und Phantasietätigkeit 66
§ 12. Die psychophysische Deutung der Gedächtniserscheinungen. 84

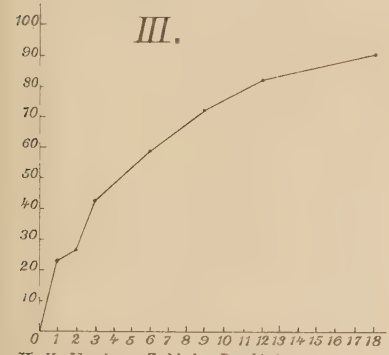
Bibliographie.



Abscisse: Zahl der Darbietungen.
Ordinate: Menge des Behaltenen.



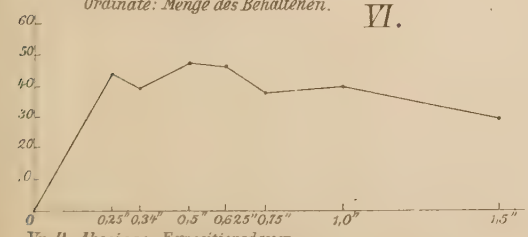
Vp. K. Abscisse: Zahl der Darbietungen.
Ordinate: Menge des Behaltenen.



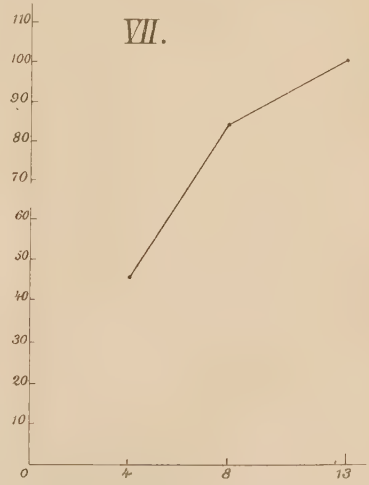
Vp. H. Abscisse: Zahl der Darbietungen.
Ordinate: Menge des Behaltenen.

Vp. G. Abscisse: Expositionsdauer.
Ordinate: Menge des Behaltenen.

Vp. K. Abscisse: Expositionsdauer.
Ordinate: Menge des Behaltenen.

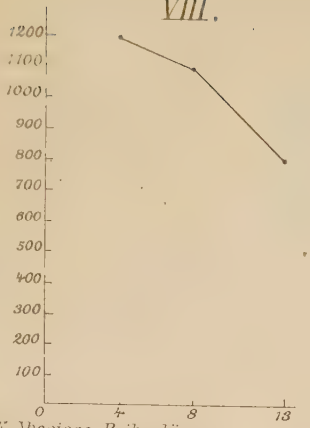


Vp. H. Abscisse: Expositionsdauer.
Ordinate: Menge des Behaltenen.



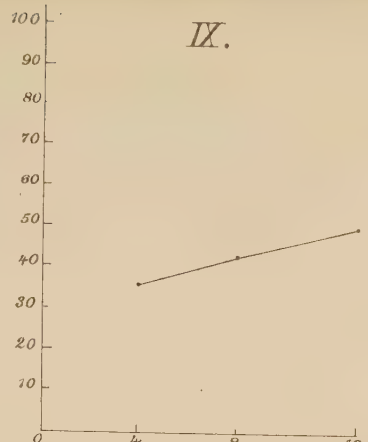
Vp. K. Abscisse: Reihenlänge.
Ordinate: Absolute Menge des Behaltenen.

VIII.



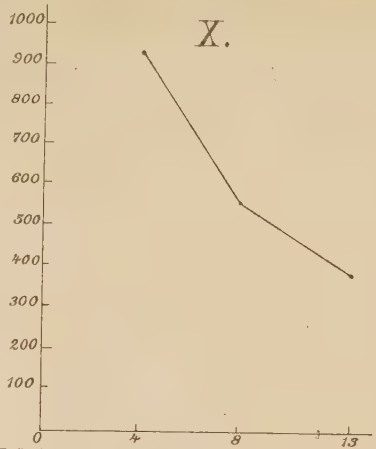
Vp. K. Abscisse: Reihenlänge.
Ordinate: Relative Menge des Behaltenen.

IX.



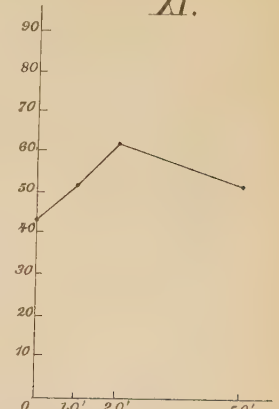
Vp. H. Abscisse: Reihenlänge.
Ordinate: Relative Menge des Behaltenen.

X.



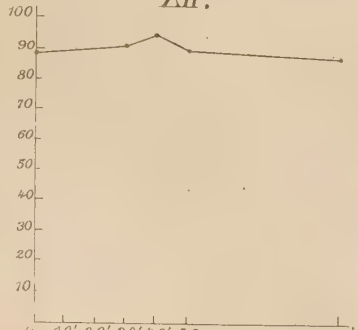
Vp. H. Abscisse: Reihenlänge.
Ordinate: Relative Menge des Behaltenen.

XI.



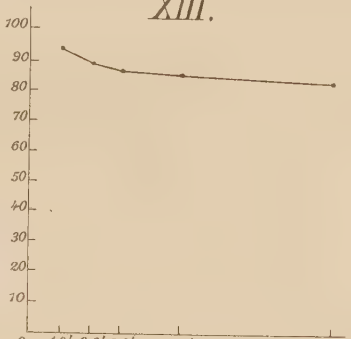
Vp. H. Abscisse: Zeitwert des Intervalls.
Ordinate: Menge des Behaltenen.

XII.



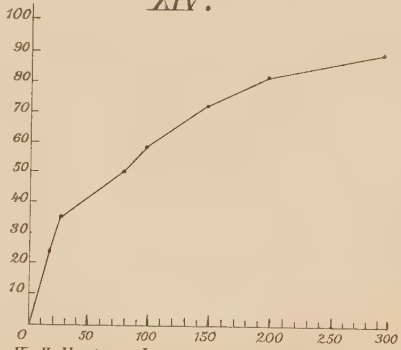
Vp. M: Abscisse: Zeitwert des Intervalls.
Ordinate: Menge des Behaltenen.

XIII.



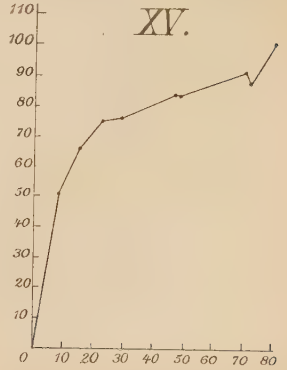
Vp. K. Abscisse: Zwischenzeiten.
Ordinate: Menge des Behaltenen.

XIV.



Vp. H. Abscisse: Apperzeptionszeit in Sek.
Ordinate: Menge des Behaltenen.

XV.



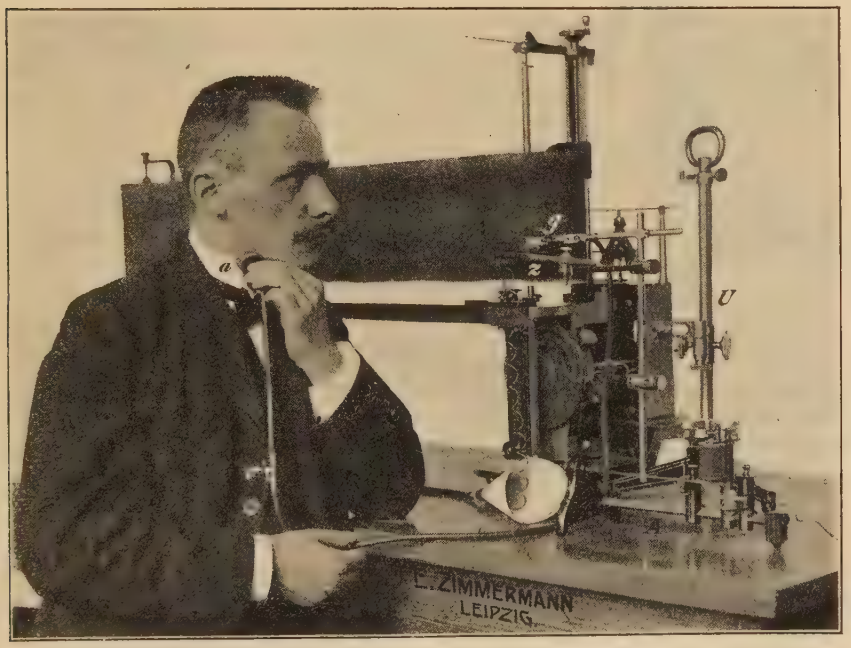
Vp. K. Abscisse: Apperzeptionszeit in Sek.
Ordinate: Menge des Behaltenen.

Kleine Mitteilungen.

Kehltonschreiber

nach F. Krueger und W. Wirth.

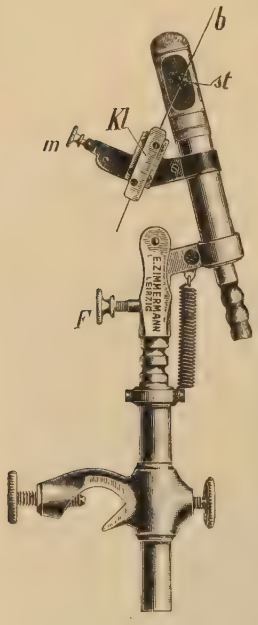
Der Apparat dient dazu, die Schwingungen der Stimmbänder kymographisch zu registrieren, wie sie beim Sprechen und Singen sich (in ihren akustisch wesentlichsten Eigenschaften unverändert) dem Schildknorpel des Kehlkopfs mitteilen.



Die flache Aufnahmekapsel *a*, Durchmesser etwa 30 mm, mit einer Membran aus feinstem Condomgummi bespannt, wird von außen, seitlich (s. Abbildung 1) auf den Schildknorpel aufgesetzt. Von hier aus werden die Schwingungen der Stimme durch einen ventilierbaren (*v*) Kautschukschlauch der Abgeberkapsel (Schreiber) *G* zugeleitet. Diese, in möglichst kleinen Ausmessungen gehalten, hat eine ovale Öffnung, worüber eine Membran desselben feinen Gummis wie die der Aufnahmekapsel gespannt ist.

Die Membran der Abgeberkapsel trägt, auf ihrer Mitte aufgeklebt, einen kleinen Steg aus Aluminium (*st*). Auf diesem Stege ruht die hinten festgeklemmte schreibende Borste *b*. Zur bequemeren Anordnung der Kapsel am Kymographion ist die Borste schräg gerichtet.

Die Abgeberkapsel ist mit Feinstellung *F* versehen, zur endgültigen Annäherung (im ganzen) an die Schreibfläche. Die Länge der Borste wird zunächst im Groben an der Klemmstelle (*kl*) abgestuft; sie muß z. B. für Männerstimmen etwas größer sein als für Frauen- und Kinderstimmen. Innerhalb der Grenzen von 5 mm kann die (eingeklemmte) Borste ferner durch die Mikrometerschraube *m* verlängert oder verkürzt werden, nach Maßgabe der individuellen und wechselnden Durchschnittsstimmlage, sowie der kleinen Spannungs- und Elastizitätsänderungen im System.



Das Prinzip des Kehltonschreibers ist schon von Marey und von Rousselot in die Wissenschaft eingeführt worden. Wenn aber Wundt das Kruegersche Verfahren als ein »wesentlich vervollkommnetes« bezeichnet (Völkerpsychologie I. Die Sprache; 1. Teil, 2. Auflage 1904, S. 498 Anm.), so beruht diese Vervollkommnung vorzugsweise auf der neuen Form der Abgeberkapsel. Die bisher für alle ähnlichen Zwecke im Gebrauch gewesenen Mareyschen Tambours ergaben nur verwaschene, oft unleserliche Kurven und versagten bei leiser Stimmgebung gänzlich. Die neue Abgeberkapsel arbeitet mit den geringst möglichen Massen und, weil sie jede Gelenkübertragung vermeidet, auch mit minimalem Reibungsverlust. Die Borste zeichnet daher mit großer Regelmäßigkeit scharfe, schon makroskopisch sehr deutliche Kurven.

Der Kehltonschreiber dient zur messenden Untersuchung: der Tonhöhen der Sprech- und Singstimme; der Zeitdauer einzelner Laute oder Lautgruppen; ihrer Stimmhaftigkeit oder Stimmlosigkeit u. dgl.

In einem der nächsten Hefte dieser Studien wird Krueger über Versuche berichten, die er mit dem neuen Apparat angestellt hat. Sie betreffen die Abhängigkeit der Sprechmelodie vom Gefühlszustande des Sprechenden. Diese Veröffentlichung wird Näheres über den Kehltonschreiber und seine Prüfung enthalten.

Kymographion mit ebener Schreibfläche.

Von F. Krueger.

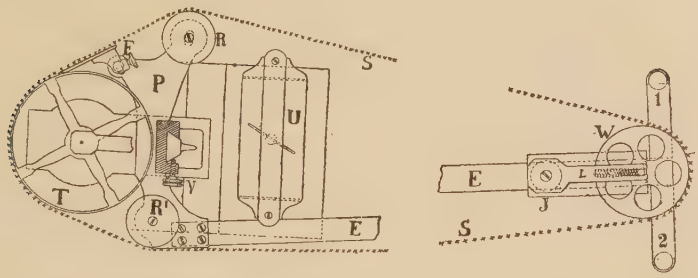
Das bisher üblich gewesene Verfahren, auf der Trommel selbst zu schreiben, führt einen prinzipiellen Fehler mit sich: Die Spitze des Schreibhebels folgt nicht der Krümmung der Trommeloberfläche, sondern bewegt sich in einer Ebene, die bei sorgfältiger Einstellung der Schreibkapsel parallel zur Trommelachse verläuft. Mit zunehmender Entfernung des Schreibhebels aus der Ruhelage entfernt sich daher seine Spitze von der (gekrümmten) Schreibfläche; es vermindert sich zunächst die Reibung,

so daß vergrößerte Wellenhöhen vorgetäuscht werden. Und jenseits einer bestimmten Grenze der Exkursion — um so eher, je leiser die Berührung schon ursprünglich war — verliert die Schreibspitze überhaupt den Kontakt mit der Trommel.

Bei fehlerhafter (schiefer) Einstellung der Schreibkapsel liegt die maximale Annäherung zwischen Schreibspitze und Trommel irgendwo oberhalb oder unterhalb der Ruhelage, und die Wirkungen jenes prinzipiellen Fehlers sind noch schwieriger zu berechnen.

Sie können bei geringer Exkursion der Schreibspitze (kleine Übertragung, Tonwellen) vielleicht vernachlässigt werden. Bei allen plethysmographischen und Atemkurven dagegen ist der Fehler merklich störend und kann auch durch Feinstellung der Schreibkapsel nicht gleichmäßig kompensiert werden.

Die neue Vorrichtung umgeht den jeder gekrümmten Schreibfläche anhaftenden Fehler, indem sie neben der rotierenden Haupttrommel eine (parallel zu deren Achse verstellbare) Ebene *F* als Schreibfläche schafft. Sie verbindet den Vorzug der ursprünglichen graphischen Apparate — ebene Schreibfläche — mit den (unaufgeblichen) Vorteilen der rotierenden Bewegung.



Die Papierschleife, deren Länge bei einer Höhe von 180 mm 250 cm oder mehr betragen kann, wird über die gewöhnliche Registriertrommel *T* sowie die Gleitrollen RR^1 gelegt und mittels der hinteren Walze *W* gespannt. Die bei *F* sich ergebende Fläche wird hinter der Schleife durch eine polierte Metallplatte unterstützt; dieselbe soll nur wenig aus der Tangentialebene der beiden Walzen *T* und *R* hervorragen. Die Walze *W* ist auf der Eisenschiene *E* verstellbar und legt sich mit ihren beiden Achsenenden gegen Federn, welche in den Lagern *L* ruhen und durch die Schleife mäßig gespannt werden. Die Spannung soll nur so groß sein, daß die Achsen sich nur wenige Millimeter von ihren festen Gegenlagern entfernen. Durch diese Federung werden Ungleichheiten der Papierschleife, entstanden durch unrichtiges Zusammenkleben, Berußen usw., ausgeglichen; die Schleife wird immer gleichmäßig straff erhalten. Das lästige Hoch- oder Tieflaufen der Schleifen ist abhängig von unvollkommener Parallelstellung der beiden Trommeln *T* und *W*. Vor dem Auflegen einer Schleife überzeuge man sich daher durch Abloten mit einer Wasserwage, ob die Oberflächen der Trommeln horizontal stehen. Im übrigen wird durch Heben des Fußes 1 (mittels der Schraube oder durch Unterlagen) ein Sinken, durch Heben des Fußes 2 ein Steigen der Schleife erzielt. Durch dieses Hilfsmittel können selbst schlechte Papierschleifen zum korrekten Lauf gebracht werden. Das Berußen geschieht am besten auf der Trommel *W* bei raschem Lauf der Schleife.

Das Abnehmen der fertigen Kurven wird erleichtert durch zwei entsprechend

geformte (von der Zimmermannschen Werkstatt beigegebene) Messinghaken; mit der linken Hand wird der erste zwischen *T* und *R* gesteckt, und die Schleife mit dem Haken gehalten. Die rechte Hand zieht nun nach Lösen der Fixierungsschraube die Walze *W* zurück, und während die Linke für die nötige Spannung sorgt, wird mit dem zweiten bei *W* untergeschobenen Haken die Schleife abgehoben. Zum Fixieren wird die Schleife entweder zerschnitten oder auf ein besonderes Fixiergestell gebracht.

Beim Aufsetzen einer neuen Schleife ist das Abnehmen irgendeiner Trommel nicht nötig. Die gesamte Schleifeneinrichtung kann bequem durch die Schraube *V* vom Kymographion abgenommen oder angesetzt werden. Sie kann übrigens jedem Kymographionmodell angepaßt werden.

Das neue Kymographion ebenso wie der Kehltonschreiber sind vom Mechaniker E. Zimmermann in Leipzig angefertigt worden und können, mit allen zugehörigen Apparaten, von diesem bezogen werden.

Die Farbenkurve bei Reduktion auf gleiche Helligkeiten.

Von

Arthur Mitzscherling.

Mit 8 Figuren im Text.

Gegen die ursprüngliche Annahme einer umfassenden Gültigkeit des Newtonschen Farbenmischungsgesetzes sind allmählich eine ganze Anzahl von Bedenken erhoben worden. Insbesondere ist es eine Folgerung aus diesem Gesetze gewesen, nämlich die, daß Farbengleichungen bei proportionalen Intensitätsänderungen aller Elemente bestehen bleiben müßten, gegen welche die Erfahrungen zu sprechen schienen. Die Heringsche Schule [1]) hat dagegen die Ansicht vertreten, daß die tatsächlich zu beobachtenden Abweichungen nur Folgen veränderter Adaptation des Auges, nicht in den Intensitätsänderungen der Farben an sich begründet seien, und auch v. Kries [2]) hat, wenn auch in einem etwas andern Sinne, der Adaptation hierbei eine wesentliche Rolle zugeteilt. Demnach soll also das Newtonsche Gesetz allgemein bestehen bleiben, sobald man nur eine und dieselbe Adaptationslage zu erhalten suche. Diese letztere Bedingung ist in der folgenden Arbeit überall eingehalten, und es ist infolgedessen gegen die Anwendung des Newtonschen Gesetzes auf den Farbenkörper, wie wir sie unternehmen werden, nach dieser Auffassung nichts einzuwenden. Wir stellen uns nämlich in dem einen Teil dieser Abhandlung die Aufgabe, aus einer für beliebige Farben, z. B. für die eines Spektrums, konstruierten Farbentafel eine neue, in der alle Farben

[1]) Vgl. A. Tschermak, Über die Bedeutung der Lichtstärke und des Zustandes des Sehorgans für farblose optische Gleichungen. Pflügers Archiv 70. S. 297.

[2]) v. Kries, Nagels Handbuch der Physiologie des Menschen III. 1. Theoretische Studien über die Umstimmung des Sehorgans (Festschrift der Universität Freiburg). S. 145 ff.

auf eine und dieselbe Helligkeit reduziert sind, allein mit Hilfe der Helligkeitsgleichungen rein rechnerisch abzuleiten. Auf die Behandlung dieses Problems hat mich Herr Privatdozent Dr. Wilhelm Wirth hingewiesen, und ich bin ihm hierfür besonderen Dank schuldig. Die genannte Ableitung ist es aber gerade, zu der die Voraussetzung der Gültigkeit des Newtonschen Gesetzes für den Farbenkörper erforderlich ist, deren Berechtigung, wie gesagt, von manchen bei Einhaltung der Adaptation anerkannt, von andern jenseits gewisser Grenzen geleugnet wird; und es wäre aus diesem Grunde wünschenswert, das Resultat bereits von anderer Seite her zu kennen, um dann das Ergebnis jener Berechnungen und eventuell die Zulässigkeit der gemachten Voraussetzung prüfen zu können. Wir haben daher die Farbentafel, um die es sich hier handelt, auch rein empirisch bestimmt. Dies ist überhaupt die Aufgabe gewesen, die zur Entstehung der vorliegenden Abhandlung führte, und die theoretische Ableitung ist tatsächlich erst nach Beendigung der Versuche vorgenommen worden, so daß eine Beeinflussung vollkommen ausgeschlossen ist. Es sollen demnach auch im folgenden zuerst unsere eigenen Versuche mitgeteilt werden, ehe wir jenen theoretischen Betrachtungen uns zuwenden. Diese Versuche wurden im Psychologischen Institut der Universität Leipzig in dem Zeitraum vom Winter 1902/3 bis zum Frühjahr 1904 ausgeführt, und es haben sich außer mir selbst noch die folgenden Herren als Versuchspersonen und Experimentatoren beteiligt: Friedrichs, Dr. Titoff, Dr. Urban, Keller, Büchner und Privatdozent Dr. Wirth. Ich sage ihnen allen meinen herzlichsten Dank. Insbesondere fühle ich mich auch in tiefer Dankesschuld gegenüber meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrat Wundt, für die Anregung zu dieser Arbeit und ihre opferwillige Förderung, und Herrn Dr. Wirth für seinen stets bereiten, erfahrenen Rat.

I.

Die Farbentafeln, die man bisher konstruiert hat, soweit sie sich überhaupt auf homogene Farben beziehen, haben den Nachteil, daß sie die inneren Verhältnisse der Farbenerregungen nicht in der einfachsten Form zum Ausdruck bringen. Dies würde offenbar nur dann der Fall sein, wenn alle Farben möglichst unter denselben Bedingungen

gewählt werden. Nun unterscheidet man ja bekanntlich innerhalb des Farbenkontinuums Ton, Sättigung und Helligkeit als subjektive Bestimmungsstücke, und die letztere ist innerhalb eines gewissen Intervalls für sich variierbar, dokumentiert sich also dadurch als eine Größe, von deren besonderer Berücksichtigung man sich befreien kann und auch befreien muß, wenn man nicht ganz willkürliche Einheiten jener Konstruktion zugrunde legen will. Gerade die Helligkeit ist es aber, die bei den vielverwandten Spektralfarben eine ganz verschiedene ist, und deren relative Verteilung nicht einmal dieselbe bleibt bei einer Änderung der Gesamtintensität des Spektrums. Es ist daher von Wundt in seiner Physiologischen Psychologie[1]) der Wunsch ausgesprochen worden, es möchte eine Farbentafel aufgestellt werden, bei der man jene mehr zufälligen Zugaben eliminiere und ähnlich, wie man bei der Untersuchung der Unterschiedsempfindlichkeit zu verfahren pflege, subjektiv gleich helle Farben zum Ausgangspunkt nehme. Es könnte scheinen (vgl. Wundt, a. a. O.), als hätte man eine gewisse Antwort auf die Frage nach der Änderung der Gestalt der alten, sogenannten Helmholtzschen Tafel bei Ausgleichung der Helligkeitsdifferenzen bereits gefunden. P. Glan[2]) hat nämlich das Gesetz aufgestellt, daß »die Stärke sämtlicher Komplementärfarben, welche zu je zweien zusammengesetzt dieselbe Menge Weiß ergeben, in der lichtempfindenden Schicht des gelben Flecks für alle gleich groß« ist. »Nach diesem Gesetz«, sagt er, »muß ich also die Lichtmengen des Rot, Orange oder Gelb und die ihnen zugehörigen des Blaugrün, Blau, Indigo oder Violett, welche dieselbe Menge Weiß geben sollen, so wählen, daß sie nach der Lichtschwächung durch die Medien des Auges und durch das Pigment des gelben Flecks vor der lichtempfindenden Schicht desselben sämtlich gleich groß sind.« Könnte man nun bei Gültigkeit dieses Glanschen Gesetzes die »Lichtmengen« der Helligkeit der Farbe proportional setzen, so wäre zweifellos der Schluß berechtigt, daß die Farbenkurve in einen Kreis übergeht. Aber mit dem Ausdruck »Lichtmengen« ist von Glan keineswegs eine psychologische Größe gemeint, sondern, wie schon

[1]) Wundt, Grundzüge der Physiologischen Psychologie. 5. Aufl. II. S. 156.

[2]) P. Glan, Ein Grundgesetz der Komplementärfarben. Pflügers Archiv 39. S. 53. Wiedemanns Annalen Bd. 48. S. 307.

die Berücksichtigung der Absorptionen in den Augenmedien vermuten läßt, er hat lediglich physikalische Energien zum Gegenstand seiner Untersuchungen gemacht. Es hat natürlich seine besondere Bedeutung, zu wissen, daß zur Auslösung der einem indifferenten binären Gemisch entsprechenden photochemischen Vorgänge gleich große physikalische Energien der Komponenten erforderlich sind, aber über den subjektiven Helligkeitswert der Komponenten für sich sagt offenbar jenes Gesetz zunächst gar nichts aus. Selbstverständlich kann nach dem Erhaltungsgesetz keine Energie verloren gehen, aber die aufgewandte setzt sich ja eben hier subjektiv auch nicht allein in Helligkeit um, so daß jener Unterschied einleuchtend ist. Die Vermutung einer Annäherung der Farbenkurve an den Kreis bei Ausschaltung der Helligkeitsdifferenzen ist also eine unbegründete und, wie sich herausstellen wird, den Tatsachen nicht entsprechende. Jene Frage war also noch völlig offen, als wir an ihre Lösung herantraten.

Um diese Lösung rein empirisch zu finden, war der Weg im allgemeinen bereits durch das Thema vorgezeichnet. Wir hatten eine Anzahl komplementärer Farbenpaare herzustellen, und diese mußten auf gleiche Helligkeit gebracht werden. Alsdann war durch Mischung das Verhältnis der Komponenten bei Graueinstellung zu ermitteln, worauf wir endlich noch Farbengleichungen zur völligen Konstruktion der Farbentafel zu gewinnen hatten. An der von uns benutzten Anordnung ist zunächst folgendes hervorzuheben. Statt der bisher verwandten, durch prismatische Zerlegung erzeugten Farben haben wir die schon vielfach bewährten Farbenfilter zugrunde gelegt, Glas- und Gelatinekombinationen, die nur für gewisse schmale Streifen des Spektrums durchlässig sind. Von großer Wichtigkeit war dabei insbesondere ein grünes Glas, mit dessen Hilfe es gelang, das sonst vielfach nicht zu beseitigende Rot ganz auszulöschen. Da als Lichtquellen Bogenlampen zur Verwendung kamen, deren Licht noch durch Huyghenssche Linsensysteme konzentriert werden konnte, so lieferten jene Kombinationen spektralreine und dabei doch ziemlich intensive Farben. Wir haben vier komplementäre Paare hergestellt, und ihre spektroskopische Untersuchung ergab die folgenden mittleren Wellenlängen:

Tabelle I.

Rot	712,5 μμ	Grünblau	500 μμ
Orange	595 μμ	Himmelblau	492 μμ
Gelb	571 μμ	Blau	490 μμ
Grün	550 μμ	Purpur	725 μμ + 420 μμ

Der Apparat, mit dem die Mischungen und Helligkeitsvergleichungen vorgenommen wurden, ist von Herrn Dr. Wirth nach Analogie seines bekannten Spiegeltachistoskops konstruiert und von der Firma E. Zimmermann in Leipzig in tadelloser Weise ausgeführt worden. Es ist ein fest gebauter Rotationsapparat mit horizontaler Achse, und auf diese Achse werden zwei gut versilberte ebene Spiegel aufgesetzt, die genau nach Art der bekannten Episkotisterscheiben geschliffen und wie diese gegeneinander verschiebbar sind. Sie besitzen je 2 mal 90° Öffnung, so daß die spiegelnde Fläche von 180° an beliebig bis auf 360° vergrößert werden kann (Fig. 1). Wichtig ist, daß die vertikal stehenden Spiegel genau in einer Ebene rotieren und die Rotationsachse dementsprechend exakt gearbeitet ist; auch müssen beide gut zentriert und symmetrisch sein, damit bei größeren Geschwindigkeiten kein Schleudern eintritt. Auf der Rückseite eines der Spiegel ist, um die Einstellungen sofort ablesen zu können, eine Skala von 0° bis 90° aufgetragen. — Am bequemsten wäre es nun offenbar gewesen, wenn wir immer die beiden komplementären Kombinationen vor eine und dieselbe Lichtquelle hätten bringen können. Der beschriebene Mischapparat wäre kein Hindernis gewesen, wohl aber hätten wir keine genügend homogenen Farbenfelder erhalten, oder diese wären zu klein geworden. So haben wir jede Kombination vor eine besondere Bogenlampe bringen müssen, gewannen aber dadurch vollkommen homogene Felder von etwa 1,5 qcm Größe.

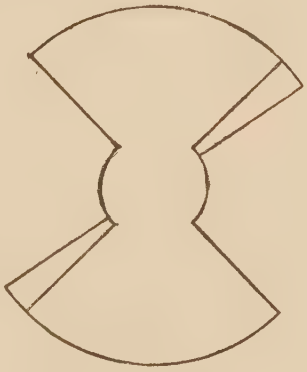


Fig. 1.

Natürlich brachte die Einführung zweier Bogenlampen auch die Abhängigkeit von dem verschiedenen Funktionieren derselben mit sich; es hat sich aber konstatieren lassen, daß beide Lampen konstant genug brannten, um eine ganze Versuchsreihe ohne Störung beenden zu können. Immerhin hielten wir es für nötig, bei jeder Wiederholung einer Versuchsreihe stets erst wieder alle Helligkeitsgleichungen der Farbenpaare zu kontrollieren. — Um übrigens die Gelatineblättchen vor starker Erwärmung zu schützen, wurden sie in Rahmen eingezogen, die nur während der wenigen Sekunden der Beobachtungsdauer der Bestrahlung ausgesetzt wurden.

Hiernach wird ohne weiteres die Anordnung, wie sie in Figur 2 skizziert ist, übersichtlich sein. L_1 und L_2 sind die beiden je in einem

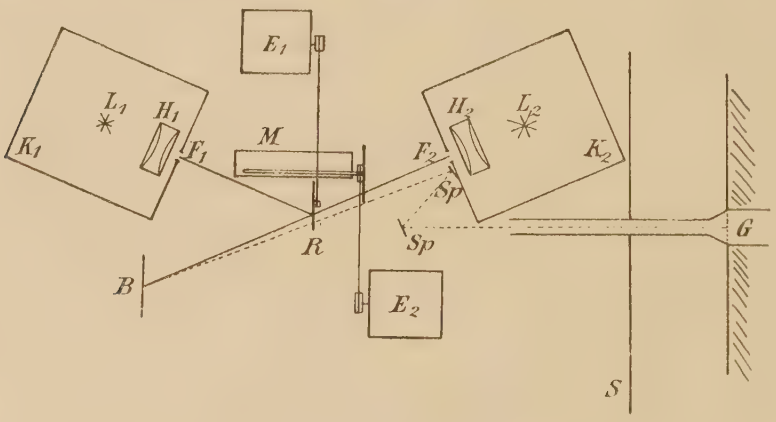


Fig. 2.

lichtdichten Kasten K_1 und K_2 eingeschlossenen Bogenlampen, F_1 und F_2 die beiden komplementärfarbigen, durch Mattgläser nur durchscheinend gemachten Felder, auf die mittels der Huyghensschen Systeme H_1 und H_2 das Bogenlicht konzentriert wird. An der Stelle R ist der Spiegelrotationsapparat so aufgestellt und durch Schrauben fixiert, daß der Beobachter B, dessen Auge durch eine Kinnstütze immer dieselbe Lage erhält, das virtuelle Spiegelbild des Fensters F_1 im Rotationsapparat genau an die Stelle des direkt gesehenen Fensters F_2 verlegt. Gibt man dem Apparat eine gewisse Umdrehungsgeschwindigkeit, so verschmilzt das Bild des direkt gesehenen Fensters F_2 mit dem Spiegelbilde des Fensters F_1, dessen Größe vorher so reguliert war, daß sich beide Bilder genau decken, zu einem einheit-

lichen Bilde, dessen Färbung je nach der Stellung der Spiegelsektoren variiert werden kann. Es versteht sich von selbst, daß das Fenster F_1 diejenige Farbe zu erhalten hat, deren Anteil in der Graumischung auch nach Reduktion auf gleiche Helligkeit der größere ist. Dies waren in unserem Falle Gelb, Grün, Grünblau, Himmelblau, während Blau, Purpur, Rot und Orange in das Fenster F_2 einzusetzen waren. Die Helligkeitsvergleichungen der Farbenfelder F_1 und F_2 wurden bei ruhendem Spiegelapparat ausgeführt. Dazu erhielt der eine Spiegel desselben eine solche Einstellung (Fig. 3), daß er mit seiner Begrenzung quer durch das Bild des direkt gesehenen Fensters F_2 verlief; man sah alsdann im Spiegel selbst die andere Hälfte des Fensters F_1, und es kam so im ganzen ein Bild zustande, dessen äußere rechteckige Gestalt genau denen der einzelnen Fenster entsprach, das aber nicht wie diese einheitlich gefärbt war, sondern durch eine feine Diagonale in zwei komplementärfarbige Felder zerfiel, die außerordentlich bequem miteinander verglichen werden konnten. Um nun die größere Helligkeit des einen Fensters auf die des andern zurückführen zu können, wurde ein vom Beobachter selbst mit Hilfe einer geeigneten Zügelvorrichtung einzustellender Marbeapparat M benutzt, dessen Scheibe man je nach Bedürfnis in den Strahlengang von F_1 oder F_2 eingreifen lassen konnte. Spiegel- und Marbeapparat wurden durch die Elektromotoren E_1 und E_2 getrieben. Die Beobachtungen fanden in einem fensterlosen Zimmer statt, das durch zwei gegen den Beobachter verdeckte, ihr Licht auf einen großen grauen Schirm S werfende Glühlampen erleuchtet wurde. Dieser Schirm diente zur Adaptation, und allein während der kurzen Beobachtungszeit wurde diese durch Auslöschen der Glühlampen unterbrochen. Der Wechsel von Adaptation und Beobachtung wurde so lange fortgesetzt, bis der Beobachter eine Einstellung beendet hatte. Als günstig erwiesen sich Beobachtungszeiten von 2 bis 3 Sekunden, während die zwischenliegenden Adaptationszeiten auf mindestens 10 Sekunden ausgedehnt wurden; die Zeitmessung geschah nach den Schlägen eines Metronoms. Die auf diese Weise erzeugte Stimmung des Sehorgans war natürlich der

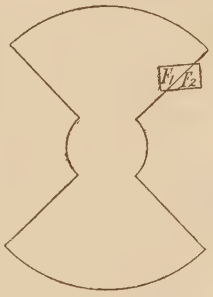


Fig. 3.

Glühlampen wegen keine völlig indifferente. Auf Grund des v. Kriesschen Persistenzsatzes[1]) hatte dies aber auf unsere Graueinstellungen keinen Einfluß, sobald wir ein wirkliches Grau noch zum Vergleich zogen. Dies ist in folgender Weise geschehen. Das Zimmer, in dem die Beobachtungen angestellt wurden, besitzt in der einen Wand eine regulierbare Spaltvorrichtung; wir setzten in diese eine Mattscheibe ein und ließen auf sie durch einen Spiegel von außen weißes Wolkenlicht reflektieren. So bekamen wir in der Wand ein graues Feld G, und dieses wurde durch einen Spiegel direkt neben dem Fenster F_2 ins Auge des Beobachters gespiegelt; seine scheinbare Größe entsprach ungefähr der unserer farbigen Felder. Die Einrichtung war übrigens so getroffen, daß von G aus kein direktes Licht das Auge treffen konnte. Wir wollen noch ausdrücklich erwähnen, daß wir uns von der Indifferenz des Vergleichsgrau mehrfach überzeugt haben.

Versuchsergebnisse.

Wir gingen aus von dem Farbenpaar Gelb und Blau. Der Marbeapparat mußte zur Herstellung der Helligkeitsgleichheit vor Blau laufen, und wir fanden aus einer Anzahl von mindestens zehn Versuchen, daß etwa a^0 Blau im Mittel der Helligkeit des Gelb äquivalent waren. Jetzt ließen wir einen Episkotister von a^0 Öffnung vor der einen Hälfte des blauen Feldes laufen und variierten die andere Hälfte desselben so lange durch Vorsetzen von Gelatineblättchen, bis in Ton und Helligkeit beide Hälften genau übereinstimmten. Dann wurde der Episkotister entfernt und die neu gefundenen Gelatineblättchen vor das ganze Fenster geschoben; so bekamen beide Fenster die gleiche Helligkeit. Ließen wir nun den Spiegelapparat rotieren und öffneten gleichzeitig das bisher geschlossene Feld des Vergleichsgrau, so ergab sich sehr bald eine Einstellung, bei der die Mischfarbe in ihrer Indifferenz vollkommen der des gespiegelten Grau glich. Natürlich hätten wir die Angleichung durch Gelatine nicht nötig gehabt, sondern hätten

[1]) v. Kries, Beitrag zur Physiologie der Gesichtsempfindungen. Archiv für Anat. u. Physiol. 1878. S. 503. Bühler, Beiträge zur Lehre von der Umstimmung des Sehorgans. Dissert. Freiburg 1903. Hering, Über Newtons Gesetz der Farbenmischung. Lotos N. F. VII. 1887. S. 180.

die äquivalenten Änderungen am Rotationsapparat selbst in geeigneter Weise vornehmen können, doch wäre letzteres umständlicher gewesen. Das geschilderte Verfahren habe ich mit meinen Versuchspersonen etwa zwölfmal zu verschiedenen Zeiten mit demselben Erfolge wiederholt. Die Unsicherheit bei Herstellung der Gleichungen betrug bei mir etwa 5,5 %, bei meinen Versuchspersonen war sie um eine Kleinigkeit größer. Rechnen wir alle Resultate zusammen, dann gilt für die gleichhellen Farben Gelb und Blau die Gleichung:

I. $$0{,}766 \text{ Gelb} + 0{,}234 \text{ Blau} = \text{Grau}.$$

Aus ihr berechnet man als Verhältnis der Hebelarme

1) $$\lambda_I = \frac{\text{Menge von Blau}}{\text{Menge von Gelb}} = 0{,}306.$$

Bei den andern Farbenpaaren wurde die Versuchsreihe noch etwas länger, da hier eine weitere Helligkeitsvergleichung hinzukam. Es sollten ja alle Farben auf dieselbe Helligkeit gebracht werden, und so hatten wir auch den Übergang von einem Farbenpaar zum andern noch herzustellen, d. h. wir mußten zu allererst eine Farbe des neuen Paares an die eine der beiden gleichhellen des ersten Paares angleichen. Als letztere haben wir immer Gelb gewählt und so Rot, Orange und Purpur zuerst mit dem Marbeapparat, dann mit Gelatine an Gelb angeglichen. Hiernach wurde der Gang einer Versuchsreihe jetzt der folgende. Wir stellten zunächst gleiche Helligkeit her zwischen der Farbe des Fensters F_2 und Gelb; hierauf wurde das Gelb durch die Komplementärfarbe des Fensters F_2 ersetzt und die dadurch neu entstehende Helligkeitsdifferenz am Fenster F_1 auf die angegebene Art beseitigt. Damit hatten wir wieder in beiden Fenstern gleichhelle Gelatinekombinationen, ließen den Spiegelapparat rotieren, öffneten das Graufenster und stellten das Verhältnis der Sektoren der Farben in der Graumischung fest. Da wir im ganzen vier Farbenpaare untersuchen wollten, so hatten wir noch drei solche Versuchsreihen durchzuführen, und dies ist wiederum mit jeder eine größere Anzahl von Malen geschehen. Auch hier rechnen wir alle gefundenen Resultate zusammen, da es uns auf individuelle Verschiedenheiten nicht ankommt, und in der Tat die von den einzelnen Versuchspersonen gewonnenen Werte nahe übereinstimmen. Das Ergebnis drücken die folgenden Gleichungen aus:

II. 0,690 Grünblau + 0,310 Rot = Grau,

III. 0,600 Himmelblau + 0,400 Orange = Grau,

IV. 0,958 Grün + 0,042 Purpur = Grau,

und aus ihnen berechnen sich die äquivalenten Verhältnisse:

2) $$\lambda_{II} = \frac{\text{Menge des Rot}}{\text{Menge des Grünblau}} = 0{,}449,$$

3) $$\lambda_{III} = \frac{\text{Menge des Orange}}{\text{Menge des Himmelblau}} = 0{,}667,$$

4) $$\lambda_{IV} = \frac{\text{Menge des Purpur}}{\text{Menge des Grün}} = 0{,}044.$$

Was hier sofort in die Augen springt, ist der außerordentlich kleine Wert des letzten Verhältnisses, und das bedeutet eine dem Grün enorm überlegene Wirksamkeit des Purpur. Damit steht im engsten Zusammenhange die in λ_I und λ_{II} zum Ausdruck kommende Überlegenheit des Blau und des Rot gegenüber ihren Komplementärfarben. Auch Orange ist noch, wenn auch nicht mehr so stark, im Vorteil gegenüber Himmelblau. Schon hieraus folgt, daß die entsprechende Farbentafel eine noch weit stärkere Deformation aufweisen muß, als es bereits bei der sogenannten Helmholtzschen, verglichen mit dem Kreise, der Fall ist. Denn das Verhältnis der Hebelarme bewegt sich in ganz erheblich weiteren Grenzen als dort, und namentlich Purpur entfernt sich außerordentlich weit vom Indifferenzpunkt. Gleichwohl können wir über die eigentliche Anordnung unserer Farben auf der Farbentafel noch nichts Näheres aussagen. Dazu brauchen wir außer den Werten λ noch gewisse Farbengleichungen.

Um diese experimentell abzuleiten, waren an unserer Anordnung einige Änderungen nötig, denn es handelte sich ja jetzt darum, zwei verschiedene Farbenpaare zu gleicher Zeit so mischen zu können, daß die Mischungen miteinander identisch wurden. Wir hatten aus unserm Blau und Grünblau das Himmelblau zu mischen und hatten, um auch die Sättigungen gleich machen zu können, zum Himmelblau noch Orange hinzuzugeben. Ebenso sollte aus Gelb und Grünblau das Grün gewonnen werden, das zu diesem Zwecke noch mit Purpur

zu versetzen war. Zur Lösung dieser Aufgabe zerschnitten wir unsere Gelatinekombinationen und legten sie so aneinander, daß vor den Fenstern F_1 und F_2 je zwei Farben in der einen Diagonale unmittelbar aneinandergrenzten; ferner setzten wir auf den Rotationsapparat noch einen Spiegel auf, der ganz wie die beiden andern konstruiert, aber im Radius kleiner, und zwar gerade so groß war, daß er bei der Rotation für das Auge des Beobachters die beiden Farbenfelder genau in der Diagonale durchschnitt (Fig. 4). So ließ sich die erste der Farbengleichungen ohne weiteres herstellen. Im Fenster F_1 hatten wir oberhalb der Diagonale Grünblau, unterhalb Himmelblau, im Fenster F_2 oberhalb der Diagonale Blau, unterhalb Orange. Bei einer gewissen Stellung aller drei Spiegel hatten wir im rotierenden Apparat ein völlig homogenes himmelblaues Feld, und diese mehrfach kontrollierte Einstellung führte zu der Gleichung:

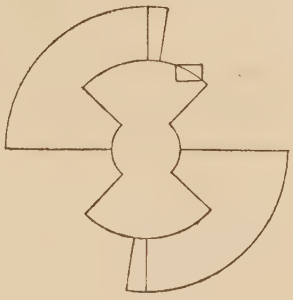


Fig. 4.

V. 0,939 Grünblau + 0,061 Blau = 0,978 Himmelblau + 0,022 Orange.

Die Herstellung der andern Gleichung begegnete einer kleinen Komplikation, insofern sich die Notwendigkeit ergab, das Grünblau vor die andere Bogenlampe zu bringen. Wir mußten also zunächst eine neue Kombination des Grünblau herstellen, die natürlich spektroskopisch mit der ersten übereinzustimmen hatte, und mußten diese dann vor der Lampe L_2 mit der ursprünglichen vor der Lampe L_1 in Helligkeit und Sättigung möglichst gleich zu machen suchen. Nachdem dies ohne weitere Schwierigkeiten gelungen war, brachten wir vor das Fenster F_1 in der angegebenen Weise oben Gelb, unten Grün, vor das Fenster F_2 oben das neue Grünblau, unten Purpur. Die Homogenität des ganzen Feldes bei rotierendem Apparat ergab sich bei einer Einstellung der drei Spiegel, die die letzte Gleichung lieferte:

VI. 0,658 Gelb + 0,342 Grünblau = 0,983 Grün + 0,017 Purpur.

Damit sind wir nun in der Lage, die Anordnung aller unserer Farben nach der Schwerpunktskonstruktion vollständig anzugeben. Willkür-

lich bleibt nur die Lokalisation von drei Farben, etwa Rot, Gelb, Grünblau, in der Ebene. Wir wollen es so einrichten, daß die Verbindungslinien von Rot-Grünblau und Gelb-Blau im Weißpunkte sich senkrecht schneiden. Indem wir Rot (R) und Grünblau (Gb) in der Ebene festlegen, ist der Weißpunkt (W) mit gegeben; nach II. ist ja $0{,}690 \cdot \overline{WGb} = 0{,}310 \cdot \overline{WR}$. Errichten wir in W die Normale zu ihrer Verbindungslinie und ordnen irgendeinem Punkt derselben Gelb (G) zu, dann ist zugleich der Punkt auf ihr bestimmt, in dem wir Blau (B) unterzubringen haben; nach I. ist $0{,}766 \cdot \overline{GW} = 0{,}234 \cdot \overline{WB}$. Die linken Seiten der Gleichungen V und VI dienen jetzt dazu, die Verbindungslinien von Blau mit Grünblau und von Gelb mit Grünblau in einem solchen Verhältnis zu teilen, daß auf den durch die so gewonnenen Punkte X und Y und durch W gehenden Geraden XW und YW einerseits Himmelblau (H), andererseits Grün (Gr) zu lokalisieren sind. Nennt man l und m die Entfernungen von Grünblau und Blau und von Grünblau und Gelb, n die Entfernung des Grünblau vom Weiß, dann erhält man zufolge der linken Seiten von V und VI

5) $$\overline{GbX} = 0{,}061 \cdot l \qquad \overline{GbY} = 0{,}658 \cdot m,$$

und die Längen $x = \overline{WX}$ und $y = \overline{WY}$ findet man nach den Formeln

6) $$x^2 = (0{,}061 \cdot l)^2 + (1 - 2 \cdot 0{,}061) \cdot n^2 \qquad y^2 = (0{,}658 \cdot m)^2 + (1 - 2 \cdot 0{,}658) \cdot n^2.$$

Die Punkte selbst, denen wir unsere Farben auf den Geraden WX und WY zuzuordnen haben, bestimmen sich aus den rechten Seiten der Gleichungen V. und VI. und aus den Werten λ_{III} und λ_{IV}. Ist h die Länge des Hebelarms von Himmelblau, g dieselbe von Grün, dann werden die Hebellängen von Orange (O) und Purpur (P) zufolge 3) und 4) gegeben durch $\frac{h}{\lambda_{III}}$ und $\frac{g}{\lambda_{IV}}$. Hiernach liefern die rechten Seiten von V und VI:

7) $$\begin{aligned} (h - x) \cdot 0{,}978 &= \left(\frac{h}{\lambda_{III}} + x\right) \cdot 0{,}022; \\ (g - y) \cdot 0{,}983 &= \left(\frac{g}{\lambda_{IV}} + y\right) \cdot 0{,}017 \end{aligned}$$

oder

$$8)\qquad \overline{WH} = h = \frac{\lambda_{III}}{0{,}978\,\lambda_{III} - 0{,}022} \cdot x = 1{,}058 \cdot x;$$

$$g = \frac{\lambda_{IV}}{0{,}983\,\lambda_{IV} - 0{,}017} \cdot y = 1{,}680 \cdot y = \overline{WGr}.$$

Damit sind alle Stücke berechnet. Wir können es von vornherein so einrichten, daß die Entfernungen des Gelb etwa und des Grünblau vom Weißpunkte beide den Wert 5 bekommen, dann besitzen alle übrigen zur Konstruktion erforderlichen Strecken die in der folgenden Tabelle angegebenen Werte.

Tabelle II.

Weiß-Gelb	5	Weiß-Blau	16,367
Weiß-Grünblau	5	Weiß-Rot	11,143
Grünblau-Blau	17,114	Grünblau-X	1,044
Grünblau-Gelb	7,071	Grünblau-Y	4,653
Weiß-$X = x$	4,800	Weiß-$Y = y$	3,708
Weiß-Himmelblau	5,078	Weiß-Orange	7,618
Weiß-Grün	6,229	Weiß-Purpur	142,080

Das Bild der nach diesen Zahlen entworfenen Tafel zeigt Fig. 5. Es ist eigentlich nur die eine Hälfte, man hat sich die drei freien Enden weiter fortgesetzt zu denken, bis $\overline{WP} = 142{,}080$ wird. Da wir allerdings die Lagen der Komponenten des Purpur selbst nicht kennen, sind wir auch nicht imstande, die Gerade, auf denen die Purpurtöne unterzubringen wären, als die Begrenzung der noch offenen Seite der Kurve näher anzugeben. Jedenfalls ist die Kurve eine außerordentlich langgestreckte. Die gelben, grünen und hellblauen Töne kommen dem Weiß sehr nahe, die übrigen entfernen sich immer weiter und weiter. Die Farben der Enden des Spektrums liegen daher in hohem Maße auseinandergezogen, ihre Wirksamkeit ändert sich relativ stark, die der Mitte des Spektrums entsprechenden liegen gedrängt um das Weiß herum, ihre Wirksamkeit ist relativ konstant. Die Versuche zeigen also, daß die Farben längster und kürzester Wellenlänge an Wirksamkeit gegenüber ihren

Komplementärfarben in der Graumischung gewinnen, falls man sie auf die größere Helligkeit der letzteren bringt. Andererseits aber ist klar, daß die Farben einer mittleren Wellenlänge, falls man sie etwa auf die Helligkeit jener lang- oder kurzwelligen abdunkeln wollte, noch mehr an Wirksamkeit verlieren, da sie bereits bei gewöhnlicher spektraler Verteilung der Helligkeiten gegen letztere zurückstehen. Die Farbenkurve hat also mit andern Worten zum

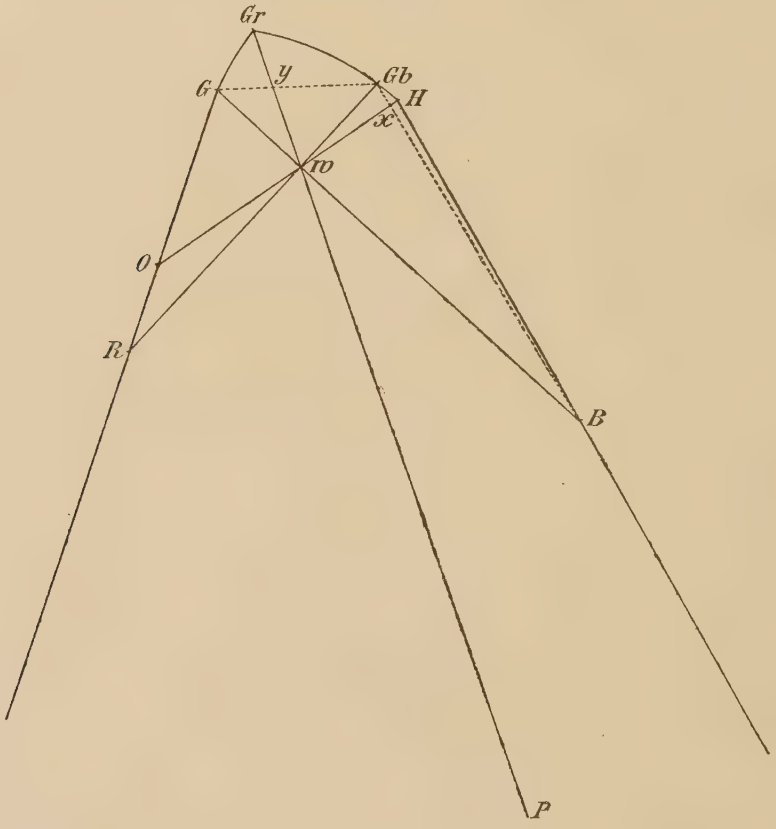


Fig. 5.

Ausdruck gebracht, daß 1) die relativ weniger gesättigten Farbtöne zugleich die helleren sind, und daß 2) der Quotient von Helligkeit und Farbenkraft, also die Sättigung bei Intensitätsänderungen annähernd erhalten bleibt. Eine Annäherung

der Farbenkurve an den Kreis muß daher, wenigstens unter den angegebenen Bedingungen, als ausgeschlossen erscheinen.

II.

Es ist bereits oben hervorgehoben worden, daß man eine gewisse Antwort auf die in Rede stehende Frage schon auf rein konstruktivem Wege, auch ohne daß wir erst unsere Versuche hätten anstellen müssen, finden kann. Dazu ist nur notwendig 1) die Kenntnis einer beliebigen Farbentafel, 2) die der Helligkeitsgleichungen, welche die Farben derselben auf eine gemeinsame Helligkeit reduzieren, und 3) die Voraussetzung, daß das Newtonsche Mischgesetz wenigstens innerhalb aller vorhandenen Intensitätsdifferenzen angewendet werden darf. Sowohl die Farbentafel, als die Helligkeitsgleichungen sind aber bereits vollständig abgeleitet in den Arbeiten von A. König und C. Dieterici, und es sollen daher für die folgenden Untersuchungen die von diesen Autoren gefundenen Werte zugrunde gelegt werden. Man findet sie in den bekannten Arbeiten: A. König[1]), »Über den Helligkeitswert der Spektralfarben bei verschiedener absoluter Intensität«, und A. König und C. Dieterici[2]), »Die Grundempfindungen in normalen und anomalen Farbensystemen und ihre Intensitätsverteilung im Spektrum«. Die in beiden niedergelegten Resultate sind unter denselben Bedingungen der Adaptation usw. gefunden und daher sehr wohl miteinander zu vereinigen.

Bezeichnen wir zunächst die Farben eines Spektrums, oder beliebige andere, für die eine Farbentafel gewonnen ist, mit A, B, C... Sind etwa A und B zueinander komplementär, so wird für ein bestimmtes λ die Gleichung gelten:

9) $$A + \lambda B = \text{Grau},$$

und ähnliche Gleichungen findet man auch für die andern komplementären Paare. Sie alle sind uns bekannt, da für unsere Farben bereits eine Tafel entworfen sein soll. Denkt man sich nun andererseits A, B, C... sämtlich auf eine gemeinsame Helligkeit reduziert, so kommt zu der Gleichung 9) noch die folgende fortlaufende:

---

[1]) Beiträge zur Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane. Festschrift für Helmholtz 1891. S. 311.

[2]) Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane. Bd. 4. S. 241.

10) $$aA = bB = cC = \ldots$$

Hier bedeuten bekanntlich a, b, $c \ldots$ gewisse Bruchteile der ursprünglichen Helligkeit, also unbenannte Zahlkoeffizienten.

Auf dieser durch die Gleichung 10) charakterisierten gemeinschaftlichen Helligkeitsstufe sollen die Verhältnisse der äquivalenten Mengen von A und von B und die der andern Komplementärfarben bestimmt werden, in denen sie sich zu Grau mischen. Zu diesem Zwecke denken wir uns zunächst etwa aA allein in der Mischung, scheiden dann einen gewissen Bruchteil $x \cdot aA$ davon aus und ersetzen diesen durch den nach Gleichung 10) gleichwertigen $x \cdot bB$ der Komplementärfarbe. Auf diese Weise erhalten wir lauter äquivalente Mischungen M, die allerdings mit aA und bB selbst nicht durchaus gleichhell erscheinen müssen[1]). Wir durchlaufen aber jedenfalls, wenn x zwischen 0 und 1 variiert, eine gewisse Mischlinie, und dies geschieht dem Gesagten zufolge nach der Formel:

11) $$M = (1 - x)aA + xbB .$$

Für ein gewisses $x = \bar{x}$ wird M in Grau übergehen; das Verhältnis v, in dem alsdann die Mengen von A und von B selbst in der Graumischung vorkommen, wird erhalten als Quotient der Koeffizienten von A und B in 11) für dieses $\bar{x}$, also

$$v = \frac{(1 - \bar{x}) \cdot a}{\bar{x} \cdot b} .$$

Dieses Verhältnis v besitzt aber einen uns schon bekannten Wert. Denn da die Komponenten eines durch Mischung auch von nur zwei Farben erzeugten Grau beliebig proportional geändert werden dürfen, ohne daß die Neutralität der Mischung merklich verändert wird, so gibt $1 : \lambda$ nach 9) zugleich den Wert des Verhältnisses der Mengen A und B an, die sich auf einer ganz beliebigen Helligkeitsstufe unter Voraussetzung einer und derselben Adaptation des Auges zu Grau ergänzen, und es ist demzufolge auch $v = \frac{1}{\lambda}$ zu setzen. Dann aber gelten die Gleichungen

[1]) Vgl. v. Brücke, Über einige Konsequenzen der Young-Helmholtzschen Theorie, Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. 84. Abt. 3. S. 435. (1881.) Beiträge zur Psychologie und Philosophie, von Götz Martius I. 1. Kretzmann, Einiges über die Helligkeit komplementärer Gemische. S. 120. G. Martius, Über den Begriff der spezif. Helligkeit der Farbenempfindung. S. 132. Brückner, Helligkeitsbestimmungen farbiger Papiere. Pflügers Archiv 98. S. 90.

12) $$\frac{(1-\bar{x})a}{\bar{x}\cdot b} = \frac{1}{\lambda},$$

13) $$\bar{x} = \frac{\lambda a}{b+\lambda a},$$

14) $$\frac{1-\bar{x}}{\bar{x}} = \frac{b}{\lambda a}.$$

Die Gültigkeit des genannten Satzes erleidet allerdings nach gewissen Versuchsergebnissen insofern eine Ausnahme, als bei sehr starker Änderung der Intensität aus Rot und Grünblau hergestellte Graumischungen nach Gelb oder Blau sich verschieben, so daß in diesem Falle der bis dahin vorhanden gewesene Komplementarismus aufgehoben würde und eine neue Zuordnung einträte. Aber diese Verschiebungen sind gering und treten erst bei so starker Änderung der Intensität ein, daß die vorstehenden Betrachtungen dadurch nicht gefährdet erscheinen, zumal eine völlig exakte Gültigkeit derselben für unsere Bedürfnisse nicht einmal erforderlich ist. Es ist übrigens eine bekannte Tatsache, daß ein aus allen Farben gemischtes Grau bei Intensitätsänderungen stets neutral bleibt. Da nun jene Wandlung des aus Rot und Grünblau gemischten Grau nach Gelb bei Aufhellung eintritt, so dürfte hierin eine gewisse Bestätigung des von uns oben mitgeteilten Resultates zu erblicken sein, daß die Wirksamkeit von Blau bei Aufhellung wächst.

Der Quotient $\rho = \frac{1-\bar{x}}{\bar{x}}$ in 14) bedeutet nach 11) das Verhältnis der gleichhellen Mengen von A und B im Grau, und demnach das Verhältnis der Hebelarme in der neu zu entwerfenden Farbentafel. Da in 14) nur die relativen Werte von a und b vorkommen, so kann man etwa $\varkappa = a : b$ einführen und hat dann 14) in der neuen Form

15) $$\rho\varkappa = \frac{1}{\lambda}.$$

Die Zahl λ ist für jedes Komplementärfarbenpaar eine konstante Größe, und man kann daher 15) geometrisch als gleichseitige Hyperbel deuten, falls man unter $\varkappa$ und ρ Abszisse und Ordinate eines rechtwinkligen Koordinatensystems verstehen will. Jeder Punkt einer solchen Hyperbel gibt dann an das Verhältnis $a : b$ für eine ganz bestimmte gemeinsame Helligkeitsstufe des betreffenden Paares, und das

zu dieser Stufe gehörige Äquivalentverhältnis $\frac{1-\bar{x}}{\bar{x}}$ in der Graumischung.

Die Tabelle III. gibt die Größen a, b in den von König mit A, B.... H bezeichneten Intensitätsstufen und die Zahlen λ an für die Farben 650 μμ, 605 μμ, 575 μμ und 520 μμ, sowie für die zu ihnen komplementären. Sie sind so reduziert, daß in allen Helligkeitsstufen der Spalt von 535 μμ den Wert 1 bekommt; vergleichbar werden daher sämtliche Zahlen erst, wenn man Rücksicht nimmt auf das gegenseitige Verhältnis der Stufen nach dem Schema

16) $H = 4G = 16F = 64E = 256D = 1024C = 16384B = 262144A.$

Dazu ist noch zu bemerken, daß König die Werte a, b nur für das Dispersionsspektrum des Glases angegeben hat, daß es aber möglich war, auf Grund ebenfalls von ihm mitgeteilter Zahlen sie auf das Interferenzspektrum der Sonne zu beziehen, für welches ja auch seine

Tabelle III.

Königs gleichwertige Spaltbreiten, umgerechnet für das Interferenzspektrum der Sonne.

	A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*
650 μμ	794,1	125,7	54,210	17,66	8,987	6,049	4,960	3,809
605 μμ	36,20	18,06	8,726	3,658	1,898	1,351	1,2165	1,153
575 μμ	4,730	3,974	3,364	2,055	1,345	1,063	1,0865	1,004
520 μμ	0,7428	0,7654	0,7934	0,9531	1,165	1,204	1,208	1,232
495,3 μμ	0,8274	0,8418	0,9669	1,258	1,651	2,417	2,550	3,322
491,9 μμ	0,8324	0,8371	0,9160	1,304	1,802	2,429	2,723	2,996
459,4 μμ	1,700	1,777	1,864	2,298	3,919	4,881	—	—
Purpur.	10,46	7,739	10,60	11,63	11,47	—	—	—
535 μμ	1	1	1	1	1	1	1	1

Die der Farbentafel Königs entnommenen Verhältnisse λ.

Hebelarme von 650 μμ : 495,3 μμ 2,931 — 605 μμ : 491,9 μμ 1,722 — 575 μμ : 459,4 μμ 0,603

520 μμ : Purpur. 0,939.

Farbentafel abgeleitet ist. Die Tabelle enthält natürlich diese umgerechneten Zahlen. Sie gelten für das Auge des normalen Trichromaten.

Man kann aber die Formel 14) auch in einer ganz andern Weise geometrisch zur Anwendung bringen. Zu diesem Zwecke denken wir uns den Farbenkörper konstruiert. Wir errichten zur Ebene der von König abgeleiteten Farbenkurve im Punkte des Weiß eine Normale. Auf dieser mögen sämtliche Abstufungen des Grau vom Schwarz an, das wir bei O annehmen (Fig. 6), bis zum intensivsten

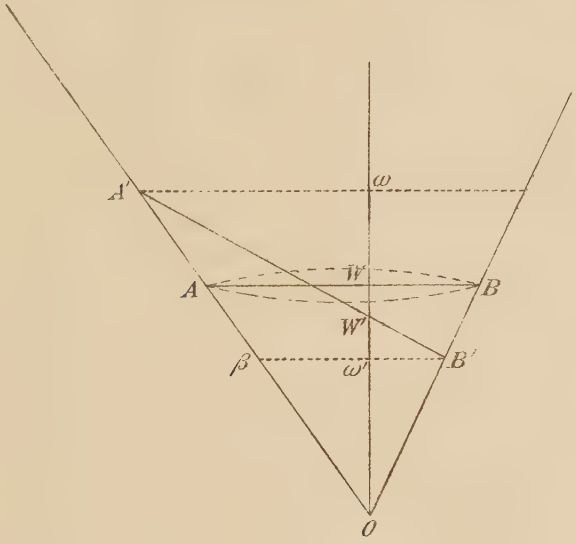


Fig. 6.

Weiß liegen. Verbindet man O mit irgendeinem Punkte A der Königschen Kurve durch eine Gerade, so haben wir uns auf ihr den Übergang dieser Farbe in Schwarz vorzustellen, und wir haben demnach alle $a \cdot A$ auf ihr zu lokalisieren. Charakterisieren wir die Farbe A durch ihre Entfernung $\overline{OA}$ von O, so wird offenbar $a \cdot A$ dargestellt zu denken sein im Punkte $a \cdot \overline{OA}$, also diesseits oder jenseits von A, je nachdem $a \lessgtr 1$. Führen wir durch den so definierten kegelförmigen Farbenkörper einen ebenen Schnitt entlang der Schwarz-Weiß-Linie, so hat dieser Querschnitt die Gestalt eines Dreiecks OAB mit der Höhe $\overline{OW}$, und es werden die Geraden OA und OB die Orte

komplementärer Farbenpaare darstellen. Multiplizieren wir nun die Maßzahlen von $\overline{OA}$ und $\overline{OB}$ mit a und b und tragen alsdann Strecken $\overline{OA'}$ und $\overline{OB'}$ auf OA und OB ab, die durch diese neuen Maßzahlen gemessen werden, so trifft die Verbindungslinie $\overline{A'B'}$ die Grau-Linie in einem Punkte W', und dieser teilt $\overline{A'B'}$ in dem oben berechneten Äquivalentverhältnis. Der Beweis ist sofort erbracht, wenn man durch A' und B' Parallelen zu $\overline{AB}$ zieht. Denn da zufolge 9)

$$1 : \lambda = \overline{WB} : \overline{WA}$$

geschrieben werden kann, so haben wir nach bekannten Proportionalitätsgesetzen:

$$\frac{\overline{W'B'}}{\overline{W'A'}} = \frac{\overline{\omega'B'}}{\overline{\omega A'}} = \frac{\overline{\omega'B'}}{\overline{\omega'\beta}} \cdot \frac{\overline{\omega'\beta}}{\overline{\omega A'}} = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{\overline{\omega'\beta}}{\overline{\omega A'}} = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{\overline{O\omega'}}{\overline{O\omega}} .$$

Zu der Gleichung 9) $A + \lambda B = W$ kommen aber noch die beiden andern hinzu:

$$a(A + \lambda B) = \omega \qquad b(A + \lambda B) = \omega' ,$$

so daß sich die Proportion ergibt:

$$a : b = \omega : \omega' ,$$

oder, da wir natürlich ω und ω' wieder durch ihre Entfernungen $\overline{O\omega}$ und $\overline{O\omega'}$ darzustellen haben:

$$a : b = \overline{O\omega} : \overline{O\omega'} .$$

Damit gewinnt aber das obige Resultat die Form:

17) $$\frac{\overline{W'B'}}{\overline{W'A'}} = \frac{b}{\lambda a} ,$$

und der Beweis ist zufolge 14) geliefert.

Was man aber durch diese Konstruktion wie durch die angegebene Formel findet, ist eben zunächst nur das Verhältnis der Hebellängen der äquivalenten Mengen von A und B in der Graumischung. In der Tabelle III haben wir, wie bemerkt, zunächst auch nur innerhalb jeder einzelnen Helligkeitsstufe vergleichbare Werte, während alle zusammen erst nach erfolgter Reduktion nach dem Schema 16) miteinander verglichen werden dürfen. Aber auch bei Vornahme der Reduktion bleibt offenbar noch willkürlich, für welche Stufe die Spaltbreite von 535 μμ gleich 1 gesetzt werden soll. Doch während

dies alles lediglich proportionale Änderungen verursachen würde, hängt ein wirklich brauchbares Ergebnis unserer Konstruktion ganz wesentlich an der Voraussetzung, daß das Newtonsche Mischungsgesetz für den ganzen Farbenkörper, mindestens aber innerhalb aller von vornherein vorhandenen Intensitätsdifferenzen volle Gültigkeit besitzt. Denn allein in diesem Falle werden wir erwarten dürfen, die neue Farbentafel unmittelbar als einen gewissen, gegen die Weiß-Schwarz-Linie in bestimmbarer Weise geneigten, gleichfalls ebenen Querschnitt aus dem Farbenkörper zu erhalten, die Farbentafel, in der dann natürlich auch alle Mischlinien verlaufen und durch denselben Punkt der Weiß-Schwarz-Linie gehen würden. Bekämen wir aber die neue Tafel nicht als ebenen Querschnitt des Farbenkörpers, d. h. gingen die Mischlinien nicht wieder durch einen gemeinsamen Indifferenzpunkt und verliefen in einer gemeinsamen Ebene, dann könnten wir auch nicht behaupten, daß die durch unsere Konstruktion für eine bestimmte Helligkeitsstufe gewonnenen Mischlinien unmittelbar miteinander vergleichbar wären. Dann wäre auch in seiner Anwendung auf den Farbenkörper das Newtonsche Gesetz offenbar in gewissem Umfange in Frage gestellt. Unberührt aber bleibt von diesen Möglichkeiten das äquivalente Hebelverhältnis; denn dies ist ja im wesentlichen unabhängig von allen proportionalen Änderungen der a und b, von allen Parallelverschiebungen der Mischlinien.

Zur Berechnung des äquivalenten Hebelverhältnisses kann man also ohne weiteres die Zahlwerte a, b der Tabelle III benutzen, und man erhält sofort die endgültigen Resultate. Wir stellen diese zusammen in der Tabelle IV.

Aus diesen Werten ist ersichtlich, daß unsere Farbentafel niemals eine dem Kreise sich nähernde Gestalt annehmen kann; denn dazu wäre die notwendige, wenn auch noch nicht hinreichende Vorbedingung die, daß in irgendeiner der Helligkeitsstufen die Verhältnisse der Hebelarme sich dem gemeinsamen Werte 1 näherten. Dies ist aber in Tab. IV auch nicht annähernd erfüllt. Sollte doch vielleicht noch eine solche Stufe außerhalb der hier in Betracht gezogenen existieren, so dürfte sie jedenfalls nur jenseits der Stufe H zu suchen sein, sie gehörte also in den Bereich sehr starker Helligkeit.

Wir haben übrigens noch zu bemerken, daß man die errechneten

nicht ohne weiteres mit unsern experimentell gefundenen Zahlen vergleichen darf. Denn erstens hat König Dunkeladaptation angewandt, während unsere Versuche bei einer mäßigen Helladaptation angestellt wurden, und zweitens sind die a und b Königs nach seinem eigenen Geständnis namentlich an den Enden des Spektrums nicht unbedingt zuverlässig. Immerhin finden wir doch gerade beim Purpur nach Tab. IV und nach 4) eine auffallende Übereinstimmung mindestens der Größenordnung nach.

Tabelle IV.

		A	B	C	D	E	F	G	H
650 μμ u. 495,3 μμ	$\frac{\lambda a}{b}$	2813	437,6	164,3	41,15	15,96	7,334	5,701	3,360
	$\frac{b}{\lambda a}$	0,00036	0,0023	0,0061	0,0243	0,0627	0,1364	0,1754	0,2976
605 μμ u. 491,9 μμ	$\frac{\lambda a}{b}$	74,89	37,16	16,40	4,832	1,814	0,9577	0,7692	0,6628
	$\frac{b}{\lambda a}$	0,0134	0,0269	0,061	0,207	0,551	1,044	1,300	1,509
575 μμ u. 459,4 μμ	$\frac{\lambda a}{b}$	1,679	1,350	1,091	0,5396	0,2070	0,1314	—	—
	$\frac{b}{\lambda a}$	0,596	0,741	0,917	1,853	4,831	7,611	—	—
520 μμ u. Purpur	$\frac{\lambda a}{b}$	0,0668	0,0930	0,0703	0,0770	0,0955	—	—	—
	$\frac{b}{\lambda a}$	14,98	10,76	14,22	12,99	10,47	—	—	—

Um nun den relativen Verlauf der Mischlinien kennen zu lernen, genügt es, wenn wir uns auch weiterhin auf die Zahlen der Tab. III beschränken. In diesem Sinne haben wir tatsächlich die oben angegebene Konstruktion für unsere vier Komplementärfarbenpaare durchgeführt. Dabei ist $\overline{O\,W}$ willkürlich $= 5$ angenommen, welche Länge ungefähr der der längsten Hebelarme in der Königschen Farbentafel gleichkommt. Die vier Querschnitte durch den Farbenkörper, die in Fig. 7 dargestellt sind, zeigen also, wie die Mischlinien jedes einzelnen komplementären Paares verlaufen, wenn innerhalb jeder Intensitätsstufe von A bis H für 535 μμ $a = 1$ gesetzt wird. — Wir wollen noch erwähnen, daß man natürlich auch die Punkte W', in denen

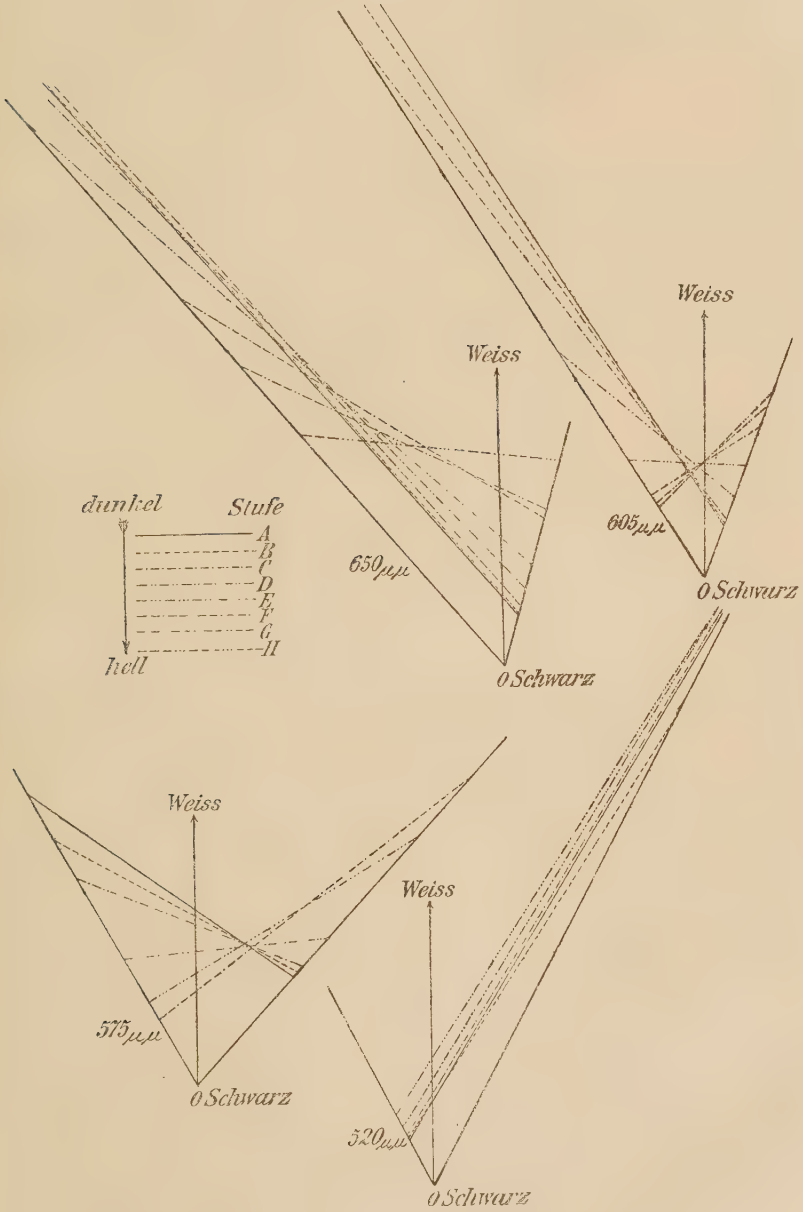

Weiss
Weiss
605 μμ
0 Schwarz
650 μμ
0 Schwarz
dunkel
Stufe
A
B
C
D
E
F
G
H
hell
Weiss
575 μμ
0 Schwarz
Weiss
520 μμ
0 Schwarz

Fig. 7.

die Mischlinien die Schwarz-Weiß-Linie schneiden, von vornherein nach der Formel:

$$18) \qquad \frac{\overline{OW'}}{\overline{OW}} = (\lambda + 1)\frac{ab}{b + \lambda a}$$

berechnen und so die Konstruktion kontrollieren kann.

Das Resultat, zu dem man bei Betrachtung unserer Figuren unmittelbar gelangt, ist dies, daß die Mischlinie bei stetig veränderter Intensität eine Drehung in einem und demselben Sinne vollführt. Diese Drehung ist in den drei ersten Figuren in übereinstimmender Weise derart, daß mit wachsender Intensität ein relatives Wachstum der Hebellängen der kurzwelligen Farben konstatiert werden muß; es nimmt zu mit abnehmender Wellenlänge. Es ergibt sich daraus der Schluß, daß die homogenen kurzwelligen Farben des Spektrums bei Aufhellung in der Graumischung relativ wirksamer werden. Die vierte der Figuren zeigt, daß das Purpur auf allen Stufen einen gegenüber dem Grün sehr langen Hebelarm besitzt, also eine äußerst wirksame Farbe ist. Wir erinnern uns, daß alle Resultate in voller Übereinstimmung mit unsern experimentell gefundenen stehen.

Um nun aber zu kontrollieren, ob die zu einer Helligkeitsstufe gehörigen Mischlinien auch wirklich in einer Ebene verlaufen, dazu genügen unsere Figuren und die entsprechenden Werte nicht. Hierzu haben wir uns erst die schon oben angedeuteten Reduktionen vorgenommen zu denken. Leider haben wir auf Grund von Königs Angaben die Intensität in dem Maß der Stufen A bis H nicht feststellen können, bei der die Farbenkurve abgeleitet wurde. Es ist somit unsicher, in welche Helligkeitsstufe das daselbst vorkommende Grün von 535 μμ gehört, oder welcher es nahegelegen haben mag. Doch darf man wohl unzweifelhaft annehmen, daß es ziemlich hell gewesen, also mindestens nach E zu rechnen sei. Übrigens macht diese kleine Unsicherheit für das Folgende nicht viel aus, wie wir sehen werden. Machen wir also die Voraussetzung, das Grün von 535 μμ der Königschen Kurve entspreche dem der Stufe E, und setzen wir die Spaltbreite für diese Stufe $= 1$, dann enthält die Tabelle V die Spaltbreiten von 535 μμ für die übrigen Stufen, und in diesem Sinne

Tabelle V.

	A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*
535 μμ $a =$	$\frac{1}{4096}$	$\frac{1}{256}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{4}$	1	4	16	64

sind die Zahlen der Tabelle III jetzt zu reduzieren. Die Tafeln, die dann zu entwerfen wären, würden genau den unsrigen entsprechen, nur würden alle Mischlinien, die nicht der Stufe *E* angehören, parallel verschoben sein. Es genügt daher, zu wissen, durch welche Indifferenzpunkte sie alsdann gehen. Diese enthält Tabelle VI, deren Berechnung die Formel 18) für $\overline{OW} = 5$ zugrunde liegt.

Tabelle VI.

	H	*G*	*F*	*E*	*D*	*C*	*B*	*A*
650 μμ u. 495,3 μμ	1098,6	232,72	57,06	10,420	2,059	0,4031	0,02199	0,001354
605 μμ u. 491,9 μμ	604,2	149,7	37,56	9,180	2,134	0,4266	0,02516	0,001586
575 μμ u. 459,4 μμ	—	—	30,08	8,930	2,675	0,8063	0,05297	0,003456
520 μμ u. Purpur	—	—	—	10,320	2,146	0,4494	0,02652	0,001649

Unter der gemachten Voraussetzung läßt sich nun in der Tat zeigen, daß wir aus unserem Farbenkörper durch einen ebenen Querschnitt eine neue Tafel finden können, in der alle Farben dieselbe Helligkeit wie das Grün von 535 μμ der Stufe *E* besitzen. Verschiebt man nämlich das Koordinatensystem, auf das die Kurve Königs bezogen ist, parallel nach dem Punkte *W* und macht die Schwarz-Weiß-Linie zur z-Achse, so daß *O* die Koordinaten 0, 0, — 5 erhält, dann liefern die Ausdrücke ax, ay, $5(a-1)$ und $b\xi$, $b\eta$, $5(b-1)$ die Koordinaten von A' und B', falls man mit $xy0$ und $\xi\eta 0$ die der entsprechenden Punkte *A* und *B* der Königschen Tafel bezeichnet. Durch drei dieser neuen Punkte, etwa durch A'_{650}, A'_{520} und $B'_{459,4}$ kann man eine Ebene legen. Deren Gleichung in der Hesseschen Normalform lautet:

19) $$0{,}217x + 0{,}837y + 0{,}503z - 2{,}333 = 0.$$

Setzt man hier die Koordinaten der übrigen Punkte A', B' ein, so erhält man unmittelbar deren senkrechte Abstände von dieser Ebene, wobei das negative Zeichen die Seite der Ebene bedeutet, auf welcher W liegt. Das Ergebnis ist:

$$20) \quad \begin{cases} A'_{650} + 0{,}00 & A'_{605} - 1{,}25 & A'_{575} - 0{,}42 & A'_{520} + 0{,}00 \\ B'_{495{,}3} + 0{,}43 & B'_{491{,}9} + 0{,}35 & B'_{459{,}4} + 0{,}00 & B'_{\mathrm{Pu}} + 3{,}81. \end{cases}$$

Die Abstände sind in der Tat so klein, daß sie unbedenklich auf Rechnung der Beobachtungsfehler gesetzt werden können. Die scheinbar größere Abweichung des Purpur hängt zusammen mit der außerordentlich großen Länge seines Hebelarmes, wozu noch die große Unsicherheit kommt, die gerade die Enden des Spektrums in den Werten der Spaltbreiten aufweisen.

Die Ebene 19) schneidet die Weiß-Schwarz-Linie in einem Punkte W_0, und es ist $\overline{O W_0} = 9{,}64$, so daß die relativen Entfernungen der Punkte W und W_0 die Größen erreichen:

$$21) \quad \begin{aligned} \overline{W_0 W'_{650}} &= + 0{,}78\,, & \overline{W_0 W'_{605}} &= - 0{,}46\,, \\ \overline{W_0 W'_{575}} &= - 0{,}71\,, & \overline{W_0 W'_{520}} &= + 0{,}68\,, \end{aligned}$$

während ihre senkrechten Abstände von der Ebene 19) betragen:

$$22) \quad \begin{aligned} W'_{650} d &= + 0{,}39\,, & W'_{605} d &= - 0{,}23\,, & W'_{575} d &= - 0{,}36\,, \\ & & W'_{520} d &= + 0{,}34\,. \end{aligned}$$

Aus Tabelle VI ersieht man, daß die Schnittpunkte der Mischlinien mit der Indifferenzlinie innerhalb jeder der Stufen unterhalb E noch weit mehr zusammenrücken, als in E selbst. Würden wir versuchen, durch die zu diesen Stufen gehörigen Mischlinien je eine gemeinsame Ebene zu legen unter Voraussetzung der in Fig. 7 obwaltenden Verhältnisse, so würden wir weit größere Abweichungen zu verzeichnen haben, als dies in Stufe E der Fall war. Da wir aber in Fig. 7 nicht den eigentlichen Verlauf der Mischlinien haben, sondern diese, wie bemerkt, parallel zu verschieben sind, so ändert sich, wie man leicht übersieht, die Konfiguration derart, daß in der Tat wieder eine große Annäherung an eine Ebene zustande kommt. Man kann z. B. für Stufe D genau eine solche Berechnung durchführen, wie oben für E und findet als Abstände der einzelnen Farbenpunkte von dem ebenen Schnitt durch den Farbenkörper Zahlen, die meist kleiner sind als 0,5. Ähnliches gilt natürlich für die noch

tieferen Stufen *C*, *B*, *A*. Hingegen folgt schon aus der Lage der Indifferenzpunkte in den Stufen *F* bis *H*, daß hier keine leid-, lichen Annäherungen der Farbenkurve an einen ebenen Schnitt mehr zu erwarten sind. Man sieht nunmehr, daß man ganz gut auch annehmen kann, das Grün von 535 μμ der Kurve Königs habe einer der Stufen *F*, *G*, *H* nahegelegen. Alsdann gälten nämlich unsere Betrachtungen nur um so besser, da wir dann lediglich gewisse proportionale Änderungen vorzunehmen hätten.

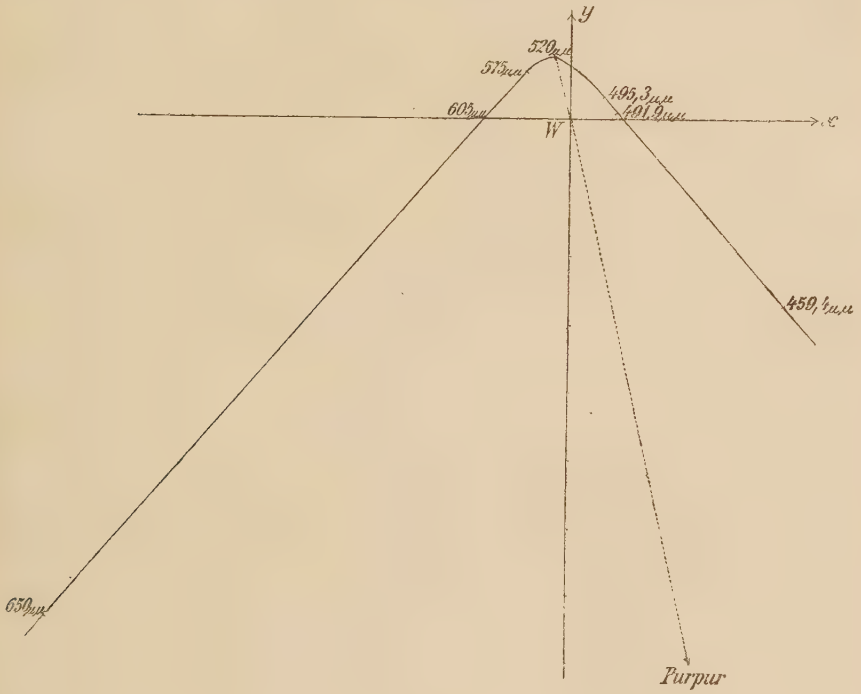


Fig. 8.

Wir waren ausgegangen von der Königschen Farbentafel und hatten uns diese gedacht als normalen Schnitt durch den Farbenkörper. In ihr sollte dem Grün von 535 μμ die Spaltbreite $a = 1$ zukommen. Analog haben wir senkrechte Schnitte durch den Farbenkörper geführt zu denken an den Stellen, die einem Grün von der Spaltbreite $a = \frac{1}{4}$, $a = \frac{1}{16}$, $a = 4$ usw., wie in Tab. V angegeben,

entsprechen. Diese Schnitte sind ähnlich der Kurve Königs und entstehen, anders ausgedrückt, durch proportionale Änderung der Intensität. Alle Farben nun, die einem solchen Querschnitt angehören, kann man sich auf die Helligkeit des in ihr enthaltenen Grün von 535 μμ gebracht denken, und das Resultat unserer Berechnungen ist dies, daß die gleichhellen Farben dann von einer gewissen Helligkeitsstufe an abwärts je auf einem ebenen Querschnitt durch den Farbenkörper, der natürlich nicht mehr normal zur Weiß-Schwarz-Linie verläuft, verteilt sind. Ein Blick auf die von König in seiner Arbeit über den Helligkeitswert der Spektralfarben mitgeteilten Kurven der Helligkeitsverteilung im Spektrum zeigt, wie die Helligkeitsdifferenzen von der Stufe *H* an beständig geringer werden, und wir werden daher auf Grund der obigen Erwägungen das Resultat aussprechen können, daß die Voraussetzung, die wir zur Ableitung nötig hatten, nur innerhalb gewisser Intensitätsdifferenzen zutreffend ist, auch bei Einhaltung einer bestimmten Adaptationslage. Die Voraussetzung war aber die Anwendbarkeit des Newtonschen Mischungsgesetzes. Wir sind damit zu demselben Ergebnis gelangt, daß z. B. auch E. Tonn[1])

Tabelle VII.

μμ	*x*	*y*
650	−37,73	−36,25
605	−6,04	+0,24
575	−3,21	+3,58
520	−1,31	+4,63
495,3	+2,27	+1,58
491,9	+3,43	+0,51
459,4	+15,84	−13,66
Purpur	+12,63	−55,05

[1]) E. Tonn, Über die Gültigkeit von Newtons Farbenmischungsgesetz. Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane. Bd. 7. S. 279.

aus seinen Versuchen gewonnen hat, und wir können noch weiterhin bemerken, daß die fraglichen Intensitätsdifferenzen die der Stufe E jedenfalls nicht erheblich überschreiten dürfen.

Durch eine einfache Koordinatentransformation kann man die Punkte der Farbenebene 19) auf ein rechtwinkliges System in dieser Ebene selbst mit dem entsprechenden Indifferenzpunkt als Anfangspunkt beziehen, und auf diese Weise die Gestalt der Farbenkurve selbst ableiten. Man erhält die in Tab. VII zusammengestellten Koordinaten. Im ganzen zeigt die hiernach entworfene Kurve in Fig. 8 ein unserer eigenen völlig entsprechendes Bild, und wir haben demnach auf zwei ganz verschiedenen Wegen durchaus übereinstimmende Resultate erhalten.

Anhang.

Wie hervorgehoben worden ist, sind die Bedingungen, insbesondere der Adaptation, unter denen die Königschen Werte gewonnen wurden, nicht dieselben, wie die, unter denen wir selbst gearbeitet haben. Indessen ist es doch bis zu einem gewissen Grade möglich — und das soll zum Schluß noch erwähnt werden —, auch von der bei uns verwandten Helladaptation zur Dunkeladaptation überzugehen. Denn das Verhältnis der Mengen gleichheller Farben in der Graumischung ist offenbar in der neuen Adaptationslage wieder nahezu dasselbe wie in der alten. Es handelt sich also nur darum, die Helligkeitsgleichungen aufzustellen, die beide Adaptationslagen miteinander verbinden. Man kann dann, ganz wie das oben geschehen ist, die Verhältnisse der neuen Hebelarme der Komplementärfarben berechnen und eventuell auch den Schnitt durch den Farbenkörper ermitteln, dem die Tafel der neuen Adaptationslage verwandt ist. Versuche in dieser Richtung haben wir gleichfalls angestellt, d. h. wir haben einfach die von uns oben als gleichhell gefundenen Farben bei Dunkeladaptation betrachtet. Sie erschienen uns jetzt untereinander z. T. nicht mehr gleich hell, namentlich Grünblau und Himmelblau hatten eine relative Aufhellung erfahren. Zwischen Gelb, Orange und Rot war keine nennenswerte Helligkeitsdifferenz zu verzeichnen, vor Grün hatten wir etwa 20° Episkotister, vor Grünblau 200°, vor Himmelblau 166°, vor Blau 50°, vor Purpur 56°, um die Gleichheit aller wiederherzustellen. Dabei sei bemerkt, daß diesen Versuchen

gegenüber den oben besprochenen nur eine untergeordnete Bedeutung beizumessen ist, da einerseits die Einstellungen jetzt nicht mehr vom Beobachter selbst vorgenommen werden konnten, sondern dieser eine vom Gehilfen hergestellte Abdunkelung des einen Feldes zu beurteilen hatte, und da andererseits die Beobachtungszeit auf etwa 1 Sekunde gekürzt werden mußte, beides Umstände, die natürlich die Schwierigkeiten der heterochromen Photometrie wesentlich erhöhten. Die gemachten Angaben liefern die folgenden Helligkeitsgleichungen:

23)
$$\begin{cases} a\ A & = b\ B \\ 1\ \text{Gelb} & = 0{,}861\ \text{Blau}, \\ 1\ \text{Orange} & = 0{,}539\ \text{Himmelblau}, \\ 1\ \text{Rot} & = 0{,}444\ \text{Grünblau}, \\ 0{,}945\ \text{Grün} & = 0{,}651\ \text{Purpur}. \end{cases}$$

Die zugehörigen Verhältnisse der Mengen B zu den Mengen A im Grau besitzen nach den früheren Ergebnissen (1 bis 4) die Zahlwerte:

24)
$$\lambda = 0{,}306 \quad \frac{1}{0{,}667} \quad \frac{1}{0{,}449} \quad 0{,}044\,,$$

und man bekommt demnach als Verhältnisse der äquivalenten Mengen von A und B im Grau für Dunkeladaptation:

25)
$$\begin{cases} \frac{\lambda a}{b} = 0{,}355\,(\text{Blau}:\text{Gelb}) & 2{,}782 & 5{,}011 & 0{,}064\,(\text{Pur.}:\text{Grün}). \\ \frac{b}{\lambda a} = 2{,}814 & 0{,}359\,(\text{Orange}:\text{Himmelbl.}) & 0{,}200\,(\text{Rot}:\text{Grünbl.}) & 15{,}66\,. \end{cases}$$

Man sieht, das erste und das letzte unserer früheren Verhältnisse ist eine Kleinigkeit größer geworden, die Hebelarme von Blau und von Purpur haben sich relativ verkürzt. Die beiden mittleren haben abgenommen, die Hebelarme von Orange und Rot sind relativ gewachsen. Immerhin ist das Purpur auch hier so wirksam geblieben, daß das Bild der neuen Tafel für die Dunkeladaptation kaum eine wesentliche Änderung gegenüber der oben abgeleiteten erfahren dürfte. Die Werte in 25) würden sich übrigens in die der Tabelle IV einreihen in eine Stufe zwischen D und E. Eine Ausnahme macht nur der Quotient von Rot zu Grünblau, doch kann man dies gut auf Rechnung der Verschiedenheit der Wellenlängen setzen, da gerade hier eine solche, wie wir sahen, viel ausmacht.

Bewußtseinsumfang für regelmäßig gegliederte Gesamtvorstellungen.

Von

Johannes Quandt.

Mit 5 Figuren im Text.

Experimentelle »Untersuchungen über den Umfang des Bewußtseins bei regelmäßig aufeinander folgenden Schalleindrücken« sind bisher nur von Georg Dietze (Phil. Stud. II) angestellt worden. Anordnung und Methodik dieser Versuche ließen eine Kontrolle wünschenswert erscheinen, und es wurde daher eine größere Reihe von Versuchen über diese Frage seit dem Sommersemester 1901 im Leipziger psychologischen Institut angestellt.

Versuche S. S. 1901. (Tab. I.)

Benutzt wurde der größere Wundtsche Zeitsinnapparat; die Versuchsperson saß in einem weit entfernten, vollständig ruhigen Zimmer. Durch die Schläge eines elektromagnetischen Hammers wurden ihr zwei aufeinander folgende Reihen von Schalleindrücken gegeben, die voneinander durch ein Klingelzeichen getrennt waren, das ebenfalls durch den Kontakt im Zeitsinnapparat ausgelöst wurde. Im Stromkreise war ein Stromwender angebracht, der jedesmal nach einer Reihe von Versuchen herumgelegt wurde, um Störungen im elektromagnetischen Hammer zu vermeiden[1]). Kurze Zeit vor Beginn eines jeden Versuches wurde zur Vorbereitung für die Versuchsperson ein Klingelzeichen gegeben. Die Versuche wurden im übrigen genau in der Art und Weise angestellt, wie sie Dietze a. a. O. beschreibt, d. h.

[1]) Eine ausführlichere Beschreibung der Versuchsanordnung findet man bei Wundt, Physiolog. Psych. [5] III. S. 364.

es wurde unter Beibehaltung einer konstanten Normalstrecke eine zweite variable Vergleichsstrecke geboten mit der Frage: Wie verhält sich die Zahl der Schläge der Vergleichsstrecke zu derjenigen der Normalstrecke? Selbstverständlich war bei Beantwortung dieser Frage Zählen ausgeschlossen. Das Urteil wurde dem Versuchsleiter durch Glockenzeichen übermittelt. Als Versuchspersonen beteiligten sich in der Hauptsache die Herren Katzenellenbogen (Ka.) und Köhler (Kö.). Gelegentlich nahmen auch die Herren Dr. Wirth und Dr. Reichel an den Versuchen teil.

Versuchsgruppe I u. II. Der Versuchsgruppe I gingen eine Anzahl von Versuchen voraus, die die Vp. an die Art der Versuche gewöhnen sollten. Es wurde mit einer ziemlich langsamen Geschwindigkeit begonnen. (Das Intervall der einzelnen Schläge beträgt bei Gruppe I stets 0,5″.) Ein Zusammenfassen von Schlägen zu Gruppen finden wir, zumal die Versuche den Vp. ja noch neu sind, hier noch nicht. Wohl aber meldet schon bei der nächsten Versuchsgruppe Vp. Kö., daß er beim Anhören der Schläge Melodieassoziationen nicht unterdrücken könne. Zum Bewußtsein kommt dies der Vp. erst bei der Normalstrecke 9, als das die beiden Schallstrecken trennende Glockenzeichen nicht in den angenommenen Rhythmus passen will. Doch hat offenbar dieser Rhythmus das Fehlerminimum bei Normalstrecke 8 hervorgerufen. Daß wir ein solches bei Normalstrecke 12 nicht wiederfinden, ist darauf zurückzuführen, daß ich die Vp. aufforderte, diesen Rhythmus zu unterdrücken. Vp. gibt jedoch an, daß dies unmöglich sei, bzw. eine vollständige Unsicherheit im Urteil hervorrufe. Es wurde daher auch später nie, falls sich bei einer Vp. irgendein subjektiver Rhythmus einstellte, die Forderung gestellt, diesen zu unterdrücken.

Versuchsgruppe III. Das Schlagintervall betrug hier 0,25″. Wir haben es hier also mit einer Schlagfolge zu tun, die für rhythmische Auffassung günstig ist[1]). Hier tritt denn auch bei Vp. Kö. die rhythmische Auffassung intensiv in den Vordergrund. Die Fehlerkurve beginnt (III_1) bei Normalstrecke 6, hat Maxima bei den Normalstrecken 7, 9, 11, 13 und 23, Minima dagegen bei den Normalstrecken 8, 12, 20, 24 usw. Bei den kurzen Normalstrecken bis etwa zur

[1]) Vgl. Dietze, a. a. O.

Normalstrecke 5 drängt sich für gewöhnlich kein subjektiver Rhythmus auf. Die dann auftretende Schwierigkeit der Beurteilung zwingt aber die Vp. oft, Gruppen zu bilden, ein Zwang, der um so mächtiger ist, je mehr die Schlagfolge in der für rhythmische Auffassung günstigen Zone liegt. Bei Kö. stellt sich in dieser Versuchsgruppe ein ausgesprochener $^2/_4$-Takt ein, der anfangs zwar der Vp. nicht zum Bewußtsein kommt, der aber deutlich aus den abgegebenen Urteilen ersichtlich ist, wenn z. B. 8, 12 als gleich beurteilt wird. Ja dieser Rhythmus wurde, als er der Vp. selbst zum Bewußtsein gekommen war, so stark, daß das Klingelzeichen, paßte es nicht in den Rhythmus, einfach überhört wurde. Dasselbe zeigte sich bei Versuchen, die gelegentlich zur Kontrolle mit Herrn Dr. Wirth angestellt wurden. Dieses Überhören des trennenden Glockenzeichens bei Normalstrecken, die dem angenommenen Takte widerstreben, zeigt sich besonders markant in III_1 Vp. Kö. Normalstr. 23. Erst in der Mitte der Versuchsreihe kommt es der Vp. zum Bewußtsein, daß an dem gewohnten Rhythmus in der letzten Gruppe der Normalstrecke ein Takt fehle. Die Vp. ist der festen Überzeugung, daß in der Mitte der Versuchsreihe eine Normalstreckenänderung vorgenommen worden ist. Offenbar aber hat die Vp. in der ersten Hälfte der Versuchsreihe den durch das Klingelzeichen ausgezeichneten Schlag der Vergleichsstrecke noch mit zur Normalstrecke genommen. Dies geht auch aus den abgegebenen Urteilen hervor. So wird z. B. 23, 25 zu 24, 24 und regelmäßig als »gleich« beurteilt, während auf 23, 23 und 23, 24 stets das Urteil »kleiner« erfolgt. Um diesem Übelstande zu begegnen, wurde eine Änderung in der Versuchsanordnung insofern vorgenommen, als die Schallstrecken statt durch ein Klingelzeichen durch einen starken Schlag getrennt wurden. Es wurde in den Stromkreis ein Widerstand eingeschaltet, der jedesmal sowohl am Anfang der Normal- wie auch der Vergleichsstrecke ausgeschaltet wurde. Dadurch wurde jedesmal ein stärkerer Schlag im elektromagnetischen Hammer erzeugt. Der die Vergleichsstrecke einleitende starke Schlag wurde außerdem durch ein Klingelzeichen markiert. In den späteren Versuchsgruppen wurde dieses auszeichnende Klingelzeichen weggelassen, da es sich als unwesentlich erwies und zur Trennung der beiden Schallstrecken die Verstärkung des ersten Schlages der Vergleichsstrecke vollständig ausreichte. Diese neue Trennung der

Tabelle I.

N.	I Z	Kö. %	I Z	Ka. %	II Z	Kö. %	II Z	Ka. %	III Z	Kö. %	III Z	Ka. %
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	0
4	7	0	7	0	6	0	6	0	5	0	10	0
5	11	0	11	9,1	6	0	6	0	10	0	10	10
6	10	10	10	0	6	16,7	6	0	10	10	8	75
7	6	33,3	6	100	10	30	10	20	10	30	32	53
8	6	50	6	58,3	7	0	7	14,3	10	10	34	12
9	13	53,8	6	58,3	6	66,7	6	66,7	10	40	21	47,6
10	10	80	6	61,6	7	57,1	6	33,3	10	30	31	58
11	—	—	—	—	10	70	9	88,9	10	50	21	66,7
12	—	—	—	—	10	80	10	90	8	12,5	20	50
13	—	—	—	—	—	—	—	—	10	40	10	60
16	—	—	—	—	—	—	—	—	10	30	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	14	0	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	14	62	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	10	20	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	—	18	0	—	—
31	—	—	—	—	—	—	—	—	28	7	—	—
32	—	—	—	—	—	—	—	—	16	0	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	24	4	—	—
48	—	—	—	—	—	—	—	—	19	5	—	—
56	—	—	—	—	—	—	—	—	20	10	—	—
64	—	—	—	—	—	—	—	—	14	7	—	—
72	—	—	—	—	—	—	—	—	20	10	—	—
80	—	—	—	—	—	—	—	—	15	6,6	—	—
J	0,5″		0,5″		0,3″		0,3″		0,25″		0,25″	

Gebrauchte Abkürzungen: N = Normalstrecke (die Zahlen bedeuten die in dieser Strecke gegebenen Schläge). Z = Zahl der mit dieser Normalstrecke gemachten Versuche. J = Schlagintervall, d. h. das Zeitintervall, in dem die einzelnen Schläge aufeinander folgen. % = Zahl der falschen Urteile, auf Hundert bezogen. Kö. = Köhler, Ka. = Katzenellenbogen.

Schallstrecken ist stets absolut zwingend gewesen. Dies zeigt sich auch bei den Versuchen mit der Normalstrecke 31, die im Verhältnis zur Normalstrecke 23 ein sehr gutes Resultat geliefert haben. Ein Überhören des Trennungszeichens trat nie ein. Allerdings stellte sich ein großes Unlustgefühl darüber ein, daß die Normalstrecke nicht zum gewählten Rhythmus paßte. Vp. vergleicht das Anhören solcher Schallstrecken mit dem Anhören von Disharmonien. Bezeichnend ist die Art, wie die Gruppen wachsen. Bis zur Normalstrecke 20 werden Gruppen von 4 Schlägen als Einheit genommen. Bei Vergrößern der Normalstrecke stellt sich eine neue Einheit von 8 Schlägen ein. Anfangs kommt dies der Versuchsperson nicht zum Bewußtsein. Nur aus den abgegebenen Urteilen geht es hervor, so wenn 24, 32 einmal als »vielleicht größer«, das andere Mal als »kleiner« beurteilt wird. Bei Normalstrecke 28 meldet Vp. selbst, daß sie je 8 Schläge zu einer Einheit zusammenfaßt, und bei Normalstrecke 32 ist der Versuchsperson, wie diese zu Protokoll gibt, »die neue Einheit von 8 Schlägen vollständig in Fleisch und Blut übergegangen«. Die Fehlerkurve ist hier bis auf Null gesunken. Zugleich ist dies der Punkt, wo sich die Vp. vollständig an das Zusammenfassen von Schlägen zu neuen Einheiten gewöhnt hat. Ein bedeutendes Anwachsen der Fehlerkurve ist nicht mehr zu bemerken. Bis zur Normalstrecke 80 ist 10 der höchste Fehlerprozentsatz. Bei Normalstrecke 40 fängt dann schon wieder eine neue Einheit von 16 Schlägen sich zu bilden an, die bei Normalstrecke 56 und 64 ihren Höhepunkt erreicht. Bei Normalstrecke 72 und 80 glaubt die Vp. manchmal mit Einheiten von 24 Schlägen gearbeitet zu haben. Leider konnte diese Versuchsreihe, die ja natürlich sehr viel Zeit in Anspruch nimmt, nicht bis zur äußersten Grenze fortgesetzt werden, da Semesterschluß der Arbeit Halt gebot.

Mit derselben Schlaggeschwindigkeit ist in der Versuchsgruppe III_2 mit Herrn Ka. als Vp. gearbeitet worden. Auch hier finden wir bei Normalstrecke 6, wie oben in III_1, ein Fehlermaximum. Es bezeichnet dies den Übergang zu einer neuen Einheit von 2 Schlägen, wodurch bei Normalstrecke 8 wieder ein Fehlerminimum eintritt. Zur Bildung einer größeren Einheit ist es hier nicht gekommen, obwohl durch viele Versuche auf dem Grenzgebiete (Normalstrecke 9—12) der Versuchsperson reichlich Gelegenheit dazu geboten wurde. Von

den Versuchen mit der Normalstrecke 9 an wurde auch hier die neue Anordnung (Trennung der Schallstrecken durch stärkere Hammerschläge) angewandt, da sich auch bei dieser Vp. die Trennung durch ein Klingelzeichen nicht als ausreichend erwies. Bei ungeraden Normalstrecken wurde sehr oft der erste durch Klingelzeichen ausgezeichnete Takt der Vergleichsstrecke zur Normalstrecke genommen.

Versuche W.-S. 1901/1902.

In den soeben besprochenen Versuchsreihen wurde längere Zeit immer mit derselben Normalstrecke gearbeitet (vgl. Dietze a. a. O.). Dadurch prägte sich aber die Normalstrecke sehr bald dem Gedächtnis vollständig ein, und bei den letzten Versuchen einer Versuchsreihe hätte die Normalstrecke eventuell weggelassen werden können. Die Aufmerksamkeitsverhältnisse waren also am Anfang einer Versuchsreihe sicherlich andere als am Ende. Ging man in einer Versuchsreihe, ohne daß es die Vp. wußte, von einer Normalstrecke zur nächst höheren über, so kam es sehr häufig vor, daß dies der Vp. gar nicht zum Bewußtsein kam, und sie weiter urteilte, als ob noch mit der ersten Normalstrecke gearbeitet würde. Außerdem gewöhnte es sich die Vp. sehr leicht an, ihr Urteil lediglich auf die letzten Takte der Vergleichsstrecke zu gründen. Ferner stellte sich oft ein auf die Normalstrecke gegründeter unregelmäßiger Rhythmus ein, der schwer zu kontrollieren war, so namentlich bei Normalstrecken mit einer ungeraden Anzahl von Schlägen. Um alles dies zu vermeiden, wurde in allen folgenden Versuchsreihen mit wechselnder Normalstrecke gearbeitet, doch so, daß stets nur nahe beieinanderliegende Normalstrecken erledigt wurden. Jede Versuchsreihe wurde damit begonnen, daß Versuche mit den Normalstrecken 3, 4 und 5 willkürlich gemischt wurden. Daran schlossen sich in derselben Weise Versuche mit den Normalstrecken 6, 7, 8, 9 und 10, dann solche mit den Normalstrecken 11, 12, 13 und 14 usw. Außerdem wurden von jetzt an stets von jeder Normalstrecke 10 Versuche gemacht. Jede Versuchsreihe wurde also mit folgenden 30 Versuchen begonnen — die erste Zahl gibt die Anzahl der Schläge in der Normalstrecke, die zweite diejenige der Schläge in der Vergleichsstrecke an —: 3, 3; 3, 4; 4, 5; 4, 3; 3, 4; 5, 5; 5, 6; 4, 4; 3, 2; 3, 3; 3, 5; 5, 7; 5, 4; 4, 4; 4, 5; 4, 3; 3, 5; 5, 5; 5, 6; 4, 4;

3, 2; 3, 3; 4, 3; 5, 6; 5, 3; 5, 6; 4, 5; 5, 4; 3, 4; 4, 6. In der Anordnung der Versuche wurde stets versucht, größere Kontraste zu vermeiden. Stets wurden auch Kontrollversuche eingeschoben, die dazu dienten, etwaigen subjektiven Rhythmus festzustellen. Durch solche Kontrollversuche wurde auch festgestellt, ob die Vp. ihr Urteil auch auf die gesamte Vergleichsstrecke gründete, oder ob lediglich der letzte Takt maßgebend war. Die angewandte Methode ist im letzten Grunde eine modifizierte Methode der richtigen und falschen Fälle, wie sie bei den Versuchen über die Reproduktion einfacher Sinnesempfindungen angewandt worden ist, mit dem Unterschiede, daß hier ohne Zwischenzeit zwischen Normal- und Vergleichsreiz gearbeitet wurde [1]). Vp. waren die Herren Gusti (G.), Katzenellenbogen (Ka.), Köhler (Kö.), Kuppelwieser (Ku.), Reuther (R.), Peters (P.).

Versuchsgruppe IV_1. Den Versuchen gingen andere voraus, die lediglich dazu dienten, die Vp. an die Art und Weise der Versuche zu gewöhnen. Bei diesen Vorversuchen war Vp. G. oft der Täuschung unterworfen, daß gegen Schluß der Vergleichsstrecke sich die Schläge verstärkten. Am Schluß der Versuchsgruppe IV_1 meldete dieselbe Vp., daß gegen Ende der Vergleichsstrecke sich die Intervalle zwischen den einzelnen Schlägen zu vergrößern schienen. Die Geschwindigkeit der Aufeinanderfolge der Schläge verkleinert sich also scheinbar [2]).

Versuchsgruppe IV_2. Wie schon aus den Versuchen III_1 zu ersehen ist, fällt der Vp. Kö. das Zusammenfassen von Schlägen zu einer neuen Einheit nicht schwer. Sofort zu Beginn der Versuche wurden je zwei Schläge zu einer neuen Einheit zusammengefaßt. Bei Normalstrecke 11—14 stellt sich der $^2/_4$-Takt ein, und schon bei Normalstrecke 15—18 vollzieht sich der Übergang zu einer neuen Einheit von 8 Schlägen. Bei den Versuchen mit Normalstrecke 30—34 meldet Vp., daß ihr die Beurteilung Mühe mache. Die Versuche ermüden die Vp. sehr.

Versuchsgruppe V. Die Geschwindigkeit ($J = 0{,}5''$) ist nach dem übereinstimmenden Urteil der Vp. angenehmer, als diejenige bei den vorhergehenden Versuchen ($J = 0{,}4''$). R. sagt aus, daß das

[1]) Vgl. Wundt, Phys. Psych. [5] III. S. 483.
[2]) Vgl. darüber Wundt, Phys. Psych. [5] III. S. 57.

Erregungsgefühl abgenommen habe, wogegen das Zwangsgefühl intensiver geworden sei. Die Beurteilung fällt sowohl R. wie G. leichter als bei der vorhergehenden Versuchsgruppe. In den Versuchen mit der Normalstrecke 6—10 erscheinen der Vp. R. die Intervalle zwischen den einzelnen Schlägen oft verschieden groß (»trochäenartig abwechselnde Zeitverhältnisse«). In den Versuchen mit Normalstrecke 3 bis 5 scheinen der Vp. G. die Schläge der Vergleichsstrecke schneller abzulaufen [1]).

Versuchsgrupe VI_1 und VI_2. Mit den Schlagintervallen 0,3″ und 0,2″ befinden wir uns in der Zone, in der der Zwang zu rhythmischer Auffassung maximal ist. Die Beurteilung fällt allen Vp. sehr schwer. Bezeichnend ist hier der hohe Fehlerprozentsatz schon bei Normalstrecke 3 und 4. Vp. R. VI_2 gibt zu Protokoll, daß hier die Schläge so schnell aufeinander folgen, daß ein gesondertes Auffassen der Schläge unmöglich sei. Das Urteil könne hier lediglich auf Zeitschätzung beruhen. Bei kleinen Normalstrecken käme der die Vergleichsstrecke einleitende starke Schlag so überraschend früh, daß vollständige Unsicherheit im Urteil vorhanden sei. Sehr charakteristisch ist die Versuchsreihe mit Vp. Ku. VI_1. Schon bei den Versuchen mit den Normalstrecken 3—5 hatte die Vp. ausgesagt, daß es sich hier entschieden um ein für ein rhythmisches Ohr angenehmes Intervall handle. Daß sich Ku. schon in diesen Versuchen stark von dem subjektiven Rhythmus beeinflussen ließ, zeigen die hohen Fehlerprozente (40, 30, 40). Bei den Versuchen mit den Normalstrecken 6—10 stellte sich nun nach und nach ein ausgesprochener Dreitakt ein. Vp. ist sich dessen anfangs keineswegs bewußt; lediglich an dem Unlustgefühl, das sich bei Normalstrecken einstellt, welche der Dreiteilung sich nicht fügen, kann man es erkennen (Normalstrecke 7, 8 und 10) [2]). Das Unlustgefühl wird oft so stark, daß es das Aufkommen eines jeden Urteils verhindert. Andererseits werden Versuche mit den Normalstrecken 6 und 9 angenehm empfunden.

---

[1]) Vgl. hierzu Meumann, Phil. Stud. XII, S. 131.

[2]) Diese Vp. hatte schon öfters bemerkt, daß ihr gewisse Versuche einen äußerst angenehmen Eindruck hinterließen, bei andern trat gerade das Gegenteil ein. Die Ursache hiervon konnte Vp. nicht angeben. Es wurden daher besondere Glockenzeichen verabredet, so daß Vp. dem Versuchsleiter neben dem Urteil diese eventuellen Besonderheiten anzeigen konnte.

Bezeichnenderweise wird auf den Versuch 9, 12 das Urteil »gleich« abgegeben. Im Laufe der Versuchsreihe bildet sich der Rhythmus immer mehr aus und kommt schließlich der Vp. so intensiv zum Bewußtsein, daß sie von der objektiven Existenz dieses Rhythmus überzeugt ist und Störungen im Apparat vermutet, die natürlich nicht vorhanden waren. — Das Zusammenfassen zu Triolen scheint durch die Schnelligkeit dieser Versuchsreihe besonders begünstigt zu werden. Bei Vp. G. bewirkt der Dreitakt offenbar die Minima der Fehlerkurve bei 6 und 9 (VI). Vp. G. (Rumäne) neigte zu diesem Rhythmus. Er tritt bei ihr auch oft in den langsameren Schlagfolgen auf, wo wir ihn bei den andern Vp. seltener vorfinden.

Versuchsgruppe VII. Die Langsamkeit der Schlagfolge ($J = 0{,}7''$) wird von Vp. R. als beängstigend bezeichnet. Später gewöhnt sich die Vp. an die Schlagfolge, sie scheint ihr jetzt schneller abzulaufen (anfangs Kontrast zur Versuchsgruppe VI_2 $J = 0{,}2''$).

Versuchsgruppe $VIII_1$ und $VIII_2$. Vp. Ku. sagt aus, daß es sich bei ihr bei den Versuchen mit Normalstrecke 10—14 nicht um ein Urteilen, sondern um ein Raten handle. Mit derselben Schlagfolge wurden auch eine Reihe von Versuchen S.-S. 1904 mit den Herren Büchner (B.), Keller (Ke.) und Swieçki (S.) ($VIII_2$) angestellt. Natürlich gingen diesen Versuchen eine Reihe anderer Versuche voraus, die lediglich dazu dienten, die Versuchspersonen an die Art der Versuche zu gewöhnen. Immerhin handelt es sich hier um Vp., die gegenüber denen der Versuchsgruppe $VIII_1$ verhältnismäßig geringe Übung besitzen. Vp. S. bemerkt dieselbe Täuschung, die wir oben bei Vp. G. beobachtet haben. Die Schlagfolge schien ihr oft gegen Schluß der Vergleichsstrecke langsamer zu werden.

Versuchsgruppe IX_1 und IX_2. Bei diesen Versuchen handelt es sich um ein Schlagintervall, bei dem rhythmisches Zusammenfassen schon fast unmöglich ist.

Versuchsgruppe X_1 und X_2. Irgendwelche rhythmische Gruppierung ist hier überhaupt nicht mehr möglich.

Der Einfluß des subjektiven Rhythmus.

Bekanntlich ist es unmöglich, eine längere Reihe von objektiv gleich starken, in gleichen Zeitintervallen aufeinander folgenden Schlägen ohne jeden subjektiven Rhythmus anzuhören, sobald sich die

Versuch V

Nr.	Vp.	J.	N.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
IV$_1$	R.	0,4″		0	0	40	0	0	10	30	50	·	·	·	·	·	·	·
	G.			10	20	20	20	50	40	60	60	·	·	·	·	·	·	·
	Ku.			0	0	20	0	40	10	20	50	·	·	·	·	·	·	·
IV$_2$	Kö.	0,4″		0	0	0	0	0	0	0	10	20	0	0	10	0	0	0
V	G.	0,5″		0	10	40	30	10	30	50	80	·	·	·	·	·	·	·
	Ku.			10	0	0	30	40	10	10	50	60	60	·	·	·	·	·
	R.			10	0	0	0	10	0	10	20	30	20	40	40	60	30	30
VI$_1$	G.	0,3″		20	40	40	10	20	30	10	50	·	·	·	·	·	·	·
	Ku.			40	30	40	*)	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
	R.			0	10	40	0	10	0	40	50	·	·	·	·	·	·	·
VI$_2$	G.	0,2″		20	20	40	30	30	0	50	60	·	·	·	·	·	·	·
	R.			10	30	30	30	10	40	30	20	40	50	70	50	·	·	·
VII	Ka.	0,7″		0	0	10	20	30	30	70	50	·	·	·	·	·	·	·
	P.			0	0	0	10	40	20	30	50	60	·	·	·	·	·	·
	R.			0	0	0	30	20	0	50	20	50	30	50	50	·	·	·
VIII$_1$	G.	0,8″		10	10	10	10	50	10	40	50	60	30	40	60	60	70	·
	Ku.			0	0	0	10	30	0	10	30	60	40	50	90	·	·	·
	R.			10	0	10	20	40	0	50	40	40	20	80	50	70	70	·
VIII$_2$ **)	B.	0,8″		0	0	10	10	50	20	40	30	70	60	·	·	·	·	·
	Ke.			0	10	30	40	0	20	40	40	60	60	·	·	·	·	·
	S.			0	0	10	60	20	50	40	30	60	70	·	·	·	·	·
IX$_1$	G.	1,0″		10	0	20	20	40	40	40	50	·	·	·	·	·	·	·
	R.			0	0	10	0	40	10	40	60	·	·	·	·	·	·	·
IX$_2$	G.	1,2″		0	10	0	10	10	30	40	50	·	·	·	·	·	·	·
	R.			0	0	10	0	40	30	40	60	·	·	·	·	·	·	·
X$_1$	R.	1,6″		0	0	10	10	30	30	50	50	·	·	·	·	·	·	·
X$_2$	Kö.	3,1″		0	0	0	20	60	50	60	70	·	·	·	·	·	·	·
	R.			0	0	0	40	50	30	50	60	·	·	·	·	·	·	·

Gebrauchte Abkürzungen: N. = Normalstrecke, Vp. = Versuchsperson,
J. = Schlagintervall.

*) Die Versuchsreihe wurde abgebrochen; über den Grund hiervon siehe

**) Die Versuchsgruppe VIII$_2$ wurde im S.-S. 1904 angestellt.

02.

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	20	0	·	20	60	60	50	50	·	·	·	60	50

Schlagfolge innerhalb der Grenzen von etwa 0,2″ bis 1″ bewegt. Da sich unsere Versuche zum weitaus größten Teile in dieser Schlagfolge bewegen, so ist natürlich auf dieses Moment Rücksicht zu nehmen. Den Vp. kommt sehr häufig das Vorhandensein dieses Rhythmus gar nicht besonders zum Bewußtsein, d. h. die Vp. reflektiert nicht besonders auf diesen natürlich bewußt erlebten Rhythmus. Trotzdem ist er vorhanden, das zeigen die abgegebenen Urteile. Es ist dabei nicht notwendig, daß bei einer und derselben Schlagfolge die ganze Versuchsreihe hindurch ein und derselbe Rhythmus vorherrscht. Es kommt vor, daß diese unbewußte rhythmische Auffassung innerhalb einer Versuchsreihe wechselt, wenn dies auch schließlich nicht die Regel ist. Bemerkt aber die Vp. erst einmal diesen Rhythmus, so hält er sich die ganze Versuchsreihe hindurch. Ein Überspringen in einen andern Rhythmus wurde dann nie beobachtet. Große Mühe verursachte ferner die Unterdrückung eines einmal erkannten Rhythmus. Sicherlich werden aber durch einen solchen Versuch, den Rhythmus zu unterdrücken, störende Momente in die Versuche hineingetragen. Es wurde daher auch nie an eine Vp., war ihr einmal ein bestimmter Rhythmus zum Bewußtsein gekommen, die Forderung gestellt, diesen zu unterdrücken. Einmal ist dies allerdings geschehen (Versuchsgruppe II Vp. Kö.). Vp. erklärt aber, daß es ihr unmöglich sei, den einmal aufgetretenen $^2/_4$-Takt zu unterdrücken, bzw. daß das Streben, dies zu tun, es ihr unmöglich mache, zu urteilen[1]). Nur verhältnismäßig selten kam, wie schon gesagt, dieser subjektive Rhythmus den Vp. zum deutlichen Bewußtsein, und dann nur solchen, die sich viel mit Metrik oder Musik beschäftigt hatten. Dies trat auch für gewöhnlich nur bei Versuchen mit verhältnismäßig großen Normalstrecken ein, wo eine Benutzung der rhythmischen Gliederung das Sicherheitsgefühl bei der Abgabe eines Urteils erhöht, während bei Versuchen mit kleinen Normalstrecken ein mit deutlichem Bewußtsein auftretender subjektiver Rhythmus oft gerade das Gegenteil hervorrief. Der Rhythmus wurde von der Vp. bei den Versuchen mit konstanter Normalstrecke früher bemerkt, als bei solchen mit variabler. Dies erklärt sich daraus, daß bei den ersteren Versuchen

[1]) Ich kann daher der Behauptung Schumanns (Zeitschrift für Psych. u. Phys. d. S. I. S. 76), daß es möglich sei den Rhythmus zu unterdrücken, nicht zustimmen.

die Aufmerksamkeit der Vp. durch die sich einstellende (siehe S. 142) gedächtnismäßige Einprägung der Normalstrecke Zeit gewann, auch auf die rhythmischen Begleiterscheinungen zu achten (darüber zu reflektieren).

Das Vorhandensein des obenerwähnten unbeachteten Rhythmus kann man einesteils aus dem Gange der Fehlerkurve erkennen auf Grund der Minima, die sich bei jenen Normalstrecken einstellen, welche infolge der Anzahl der Schläge auf den angenommenen Rhythmus passen. (Über die Verteilung der Maxima läßt sich etwas ganz Bestimmtes nicht aussagen. Für gewöhnlich liegen sie unmittelbar vor dem Minimum, so also, daß die Fehlerkurve bei dem $^2/_4$-Takt Minima zeigt bei den Normalstrecken 4, 8, 12 usw., Maxima bei den Normalstrecken 3, 7, 9 usw., bzw. daß die Fehlerkurve beim $^3/_8$-Takt Maxima hat bei den Normalstrecken 2, 5, 8 usw.) Andererseits läßt sich aus den abgegebenen Urteilen oft auf den Rhythmus schließen. Bei den ganz langsamen Schlagfolgen von 1″ aufwärts stellte sich höchstens noch der $^2/_8$-Takt ein. So zeigen die Fehlerkurven der Vp. R. in Versuchsgruppe IX (J = 1″ und 1, 2″) Minima bei Normalstrecke 4, 6, 8, Maxima bei Normalstrecke 5, 7, 9, während Versuchsgruppe X kaum Spuren einer rhythmischen Gliederung bietet. Die Kurven der Vp. G. Versuchsgruppe IX verlaufen weniger regelmäßig. Dies gilt von den meisten Kurven dieser Vp. Wie aus den abgegebenen Urteilen ersichtlich, war diese Vp. in ihrer rhythmischen Auffassung verhältnismäßig unbeständig. Immerhin deuten die Versuche IX_2 (Vp. G.) darauf hin, daß auch hier der $^2/_8$-Takt geherrscht hat, doch so, daß der erste starke Schlag der Normalstrecke gewissermaßen als Auftakt benutzt wurde, eine Erscheinung, die verhältnismäßig oft eintritt. Bei einer derartigen Auffassung sind natürlich gerade die Normalstrecken mit ungerader Anzahl der Schläge bevorzugt. Wir finden daher hier Minima bei Normalstrecke 3, 5, 7, dagegen Maxima bei Normalstrecke 4, 6, 8.

In den Urteilen prägt sich der subjektive Rhythmus oft in der Weise aus, daß in Fällen, wo die Vergleichsstrecke mit einem analogen Takte schließt wie die Normalstrecke, sich leicht das Urteil »gleich« einstellt, gleichgültig, ob die Vergleichsstrecke objektiv größer oder kleiner als die Normalstrecke ist. So beurteilt z. B. in Versuchsgruppe IX Vp. R. 10, 8 einmal als »gleich«, einmal als »größer«,

10, 12 zweimal als »gleich«, 7, 5 als »größer« und einmal als »gleich«. Besonders bezeichnend sind die Urteile der Vp. G. in Versuchsgruppe X. Hier wird 5, 4 und 5, 6; 7, 6 und 7, 8; 10, 9 und 10, 11 als »gleich« beurteilt. Bei 6, 6 wird zweimal das Urteil »kleiner«, bei 7, 7 je einmal das Urteil »kleiner« und »größer« abgegeben. Bei 8, 8 finden wir das Urteil »kleiner« dreimal, das Urteil »größer« einmal; 10, 10 wird viermal als »kleiner« beurteilt.

Viel mannigfaltiger wird das rhythmische Bild natürlich bei jenen Versuchen, deren Schlagfolge kleiner als 1″ ist. Der $^2/_8$-Takt tritt hier verhältnismäßig zurück. Ganz offenbar tritt er nur in Versuchsgruppe II (J = 0,3″) Vp. Ka. und Versuchsgruppe IV_1 (J = 0,4″) Vp. Ku. auf.

Bedeutend häufiger tritt der $^2/_4$-Takt auf, der bei einer Schlagfolge von 0,4″ bis 0,8″ vorzuherrschen scheint. Besonders markant ist für diesen Takt Versuchsgruppe V (J = 0,5″) Vp. R. Wir finden hier Minima bei Normalstrecke 8, 12, 16 und Maxima bei Normalstrecke 7, 11, 15. Wie in allen den hier angeführten Beispielen kommt auch hier der Vp. dieser Takt nicht zum Bewußtsein, es scheinen ihr aber die Intervalle zwischen den einzelnen Schlägen nicht gleich zu sein (»trochäenartig abwechselnde Zeitverhältnisse«).

Von den abgegebenen Urteilen sprechen besonders die Urteile »gleich« bei 12, 16; 15, 19; 16, 12; 16, 20; 20, 24 für den $^2/_4$-Takt. Ebenso sprechen die Urteile »gleich« bei 7, 8; 10, 12; 18, 16; 18, 20; 19, 16; 19, 20; 21, 20 dafür. Denn man kann durch alle Versuchsreihen hindurch die Neigung verfolgen, daß bei denjenigen Vergleichsstrecken, in welchen der subjektive Takt aufgeht, das Urteil »gleich« gern abgegeben wird. Es ist dies dadurch zu erklären, daß der durch Beginn der Vergleichsstrecke unterbrochene Rhythmus mit dem die Vergleichsstrecke einleitenden starken Schlage wiederaufgenommen wird. Und der passende, für die rhythmische Auffassung angenehme Schlußtakt bewirkt dann bei Strecken, die zwar auch hier als Ganzes, aber ohne die hinreichende Klarheit der Einzeltakte vorschweben, das Urteil »gleich«, das also offenbar zugleich von ästhetischen Momenten beeinflußt ist.

Der $^2/_4$-Takt tritt ferner in den Versuchsgruppen VIII auf. Hier scheint ein gerade für diesen Takt günstiges Intervall vorzuliegen (J = 0,8″), denn wir finden ihn bei 4 von 6 Versuchsreihen ($VIII_1$ Vp.

G., Ku, R., $VIII_2$ Vp. B.)[1]). In den andern beiden Versuchsreihen herrscht dagegen offenbar der $^3/_8$-Takt vor, doch so, daß der erste die Normalstrecke einleitende starke Schlag als Auftakt genommen wurde. Dafür sprechen die Minima der Fehlerkurve bei Normalstrecke 7 und 10, die Maxima bei 6 und 9 (bzw. 8). Unter den Urteilen der Vp. S. finden wir bei 7, 6 einmal, bei 8, 7 zweimal und bei 6, 5 dreimal das Urteil »gleich«. Vp. Ke. beurteilt 9, 8 als »gleich«, bei 10, 9 finden wir je einmal das Urteil »gleich« und »größer«. Dieser Takt scheint auch die Versuchsgruppe VI_2 ($J = 0{,}2''$) Vp. R. beherrscht zu haben. Hier finden wir das Urteil »gleich« bei den Versuchen 9, 8; 10, 12; 13, 12. Doch tritt auch hier der $^3/_8$-Takt ohne Auftakt auf, denn das Urteil »gleich« in Versuch 9, 12 spricht dafür[2]). Und wenn Versuch 12, 16 als »gleich« beurteilt wird, so zeigt dies das gelegentliche Vorhandensein des $^2/_4$-Taktes an. Diese Beweglichkeit in der rhythmischen Auffassung bei einer Vp., deren Verhalten in dieser Beziehung sonst sehr konstant ist, ist bezeichnend für das Schlagintervall $0{,}2''$. Bemerkenswert ist auch die Fehlerkurve der Versuchsgruppe VII ($J = 0{,}7''$) Vp. R. Hier finden wir Minima bei Normalstrecke 8, 10, 12, Maxima bei Normalstrecke 7, 9, 11, 13. Dies deutet auf den $^2/_8$-Takt hin, mit dem nur das Maximum bei Normalstrecke 6 nicht harmoniert. Den Gang der Fehlerkurve würde folgendes Taktschema erklären:

wo also wiederum der die Normalstrecke einleitende starke Schlag als Auftakt genommen wurde. Vp. bezeichnete die Schlagfolge dieser Versuchsreihe als beängstigend, offenbar hat dieser Rhythmus den entsprechenden Charakter.

Die hier angeführten Versuchsgruppen sind Beispiele für den Fall, daß ein gewisser, einfacher Rhythmus die ganze Versuchsreihe hindurch geherrscht und daher die Fehlerkurve wesentlich beeinflußt hat. Damit ist natürlich ein gelegentliches Überspringen in einen andern Rhythmus nicht ausgeschlossen. Beispiele hierfür sind angeführt

---

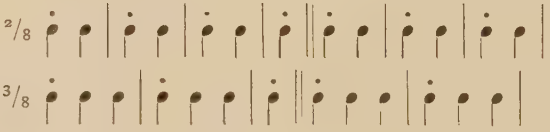
[1]) Vgl. hierzu S. 166.

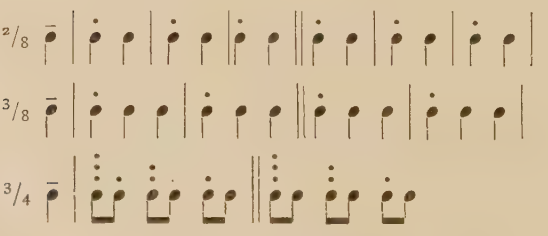
[2]) Allerdings läßt sich dieses Urteil auch aus dem $^2/_4$-Takt erklären, vgl. die oben gemachten Bemerkungen.

worden. Natürlich tritt dies leicht in Schlagfolgen ein, die für rhythmische Auffassung besonders geeignet sind. Durchschnittlich ist daher auch der Gang der Fehlerkurve bei schneller Schlagfolge unregelmäßiger, als bei langsameren Schlagfolgen, wo entweder nur der $^2/_4$- oder $^2/_8$-Takt oder gar keiner herrscht. Aus den abgegebenen Urteilen selbst kann man natürlich nur mit großer Vorsicht auf die rhythmische Auffassung schließen. Es können die mannigfaltigsten Taktformen dieselben Urteilstäuschungen hervorrufen. Außerdem kommt dabei in Frage, ob die Vp. die begonnene Taktform über den starken Schlag der Vergleichsstrecke hinaus fortgesetzt hat — dies wird hauptsächlich dann eintreten, wenn dieser starke Schlag mit einer Hebung im Takte zusammenfällt —, oder ob der starke Schlag den Takt der Normalstrecke unterbricht, und die Vp. ihn mit dem starken Schlage in der Vergleichsstrecke wieder aufnimmt.

Beispielsweise sollen hier einige der Taktformen zusammengestellt werden, welche bei dem Versuch 7, 6 die Urteilstäuschung »gleich« hervorrufen können. (17,75 % sämtlicher bei den Versuchen 7, 6 abgegebener und 78,30 % aller falschen Urteile lauten auf »gleich«.)

1. Der $^2/_8$- und der $^3/_8$-Takt ohne Auftakt (der starke die Vergleichsstrecke einleitende Schlag unterbricht den regelmäßigen Gang des Rhythmus, der mit diesem starken Schlage wieder neu einsetzt; die ästhetische Gesamtwirkung der Vergleichsstrecke erweckt das Urteil »gleich«)



2. Der $^2/_8$-, $^3/_8$- und $^3/_4$-Takt mit Auftakt

Der erste, die Normalstrecke einleitende starke Schlag dient hier gewissermaßen nur dazu, die Aufmerksamkeit zu konzentrieren. Es

liegt daher die Gefahr nahe, daß ihn die Vp. überhaupt noch nicht in das Gesamtbild der Normalstrecke mit einschließt. Dieser Umstand hätte vielleicht total vermieden werden können, wenn jedem Versuche ein lediglich der Aufmerksamkeitserregung dienendes Zeichen vorausgeschickt worden wäre. Es wurde davon in den Versuchen W.-S. 1901/1902 abgesehen, da die Frage einesteils nach dem Optimum des Zeitintervalls zwischen dem Zeichen und der Normalstrecke, andernteils nach dem Einflusse der durch ein solches Zeichen forcierten Spannung auf die Auffassung der Normalstrecke Komplikationen in die Versuche hineinzutragen fähig ist, welche bedeutender sein können, als die durch gelegentliches Auftreten des Auftaktes hervorgerufenen[1]).

Schließlich ist es auch noch denkbar, daß die Vp. Normal- und Vergleichsstrecke rein zeitlich auffaßt, d. h. von der Ausfüllung ganz abstrahiert[2]). Hier sind wieder zwei Fälle möglich: 1) diese Abstraktion tritt entweder nur bei der Vergleichs- oder nur bei der Normalstrecke ein. Dann gelten dieselben Verhältnisse, die bei der Beurteilung einer eingeteilten und ungeteilten Zeitstrecke obwalten, die ja von Meumann und seinen Vorgängern schon bemerkt und untersucht worden sind. 2) Die Abstraktion tritt sowohl bei Normal- als auch bei Vergleichsstrecke ein. Hier würden also dann dieselben Momente zu berücksichtigen sein, die bei der Reproduktion von Zeitstrecken sich ergeben haben. Sicherlich sind dies aber Fälle, die verhältnismäßig selten eintreten werden. Ja es ist nicht ausgeschlossen, daß die Resultate der mittelbaren Zeitvergleichung, wie sie bisher beobachtet worden sind, darin ihre Ursache haben, daß die objektiv reizfreien Strecken subjektiv analog gegliedert werden, wie es bei unseren Versuchen objektiv geschehen ist[3]). Die Selbstbeobachtung scheint dies zu bestätigen. Keinesfalls wird man aber dabei die Gliederung durch sekundäre periphere Begleiterscheinungen als entscheidend ansehen dürfen, auf welche bekanntlich Münsterberg seine Theorie der Zeitvorstellungen großenteils zu gründen versucht hat.

---

[1]) In den Versuchen S.-S. 1901 wurde das Auftreten eines Auftaktes nie beobachtet.

[2]) Vgl. S. 165.

[3]) Vgl. W. Wundt, Phys. Psych. [5] III. S. 492 ff.

Durch den subjektiven Takt und seinen Einfluß auf die Beurteilung erklärt sich auch die schon von Dietze beobachtete Bevorzugung gewisser Normalstrecken. Dietze erkennt hauptsächlich einen Vorzug geradzahliger gegenüber ungeradzahligen Normalstrecken. Dies liegt z. T. daran, daß die durch das Metronom hergestellten Schlagreihen lediglich den $^2/_8$-Takt bzw. dessen Erweiterungen aufkommen lassen. Würde man mit einer Anordnung der Versuche arbeiten, welche den $^3/_8$-Takt bevorzugt, so wären alle $3n$-zahligen Normalstrecken begünstigt, während alle $(3n-1)$- und $(3n-2)$zahligen Strecken im Nachteil wären. Von diesen beiden letzten wären nun wieder die $(3n-1)$-zahligen am wenigsten begünstigt, so daß wir also für diese Versuche als begünstigte Normalstrecken erhielten:

Normalstrecke 3, 6, 9, 12, 15 .....,

als ungünstige:

Normalstrecke 2, 5, 8, 11, 14 .....

Bei den vorliegenden Versuchen läßt sich eine so reine Scheidung in günstige und ungünstige Versuche, wie bei den Dietzeschen, natürlich nicht machen, da in unsere Versuche neben dem $^2/_8$-Takt und seinen Erweiterungen auch der $^3/_8$-Takt mit seinen Erweiterungen hineinspielt. Daß Normalstrecke 11 und 13 eine für die Beurteilung sehr ungünstige Normalstrecke ist (das geht auch aus den vorliegenden Versuchen hervor), erklärt sich leicht, wenn man bedenkt, daß 12 im $^2/_8$-, im $^3/_4$-, im $^6/_4$-, im $^3/_8$-, im $^6/_8$- und im $^{12}/_8$-Takt eine günstige Zahl ist. Von den ungeraden Zahlen sind 5 und 7 besonders begünstigt, denn 5 ist ein Hauptpunkt im $^5/_8$-Takt und 7 ein solcher in einem Rhythmus, der sich aus einem $^2/_4$- und einem $^3/_8$-Takt zusammensetzt, eine Komplikation, die öfter beobachtet worden ist.

Der Umfang des Bewußtseins.

Selbstverständlich erweitert eine jede rhythmische Auffassung, mag nun auf sie reflektiert werden oder nicht, das Feld des Bewußtseins. Wie bei der tachistoskopischen Methode die Anzahl der apperzipierten Buchstaben wächst, sobald diese zu sinnvollen Silben und Worten zusammentreten, so wächst — wie wir aus den Versuchen mit Vp. Kö. sehen — ganz bedeutend die Anzahl der Schläge, welche

Tabelle III.

(Vgl. Fig. 1.)

Tab. Nu.	Vp.	J.	3	4	5	6	7	8	9	10
IV_1	G.	0,4″	10	20	20	20	50	40	60	60
I	Kö.	0,5″	0	0	0	10	33,3	50	53,8	80
I	Ka.	0,5″	0	0	9,1	0	100	58,3	58,3	61,6
VII	Ka.	0,7″	0	0	10	20	30	30	70	50
IX_1	G.	1,0″	10	0	20	20	40	40	40	50
IX_2	R.	1,2″	0	0	10	0	40	30	40	60
X_1	R.	1,6″	0	0	10	10	30	30	50	50
X_2	R.	3,1″	0	0	0	40	50	30	50	60
X_2	Kö.	3,1″	0	0	0	20	60	50	60	70
Mittelwert	—	—	2,2	2,2	7,6	15,5	48,1	39,8	54,0	60,1

Mittlere Fehlerkurve.

Die Abszissen geben die Größe der Normalstrecke, die Ordinaten die Anzahl der abgegebenen falschen Urteile, auf Hundert bezogen, an.

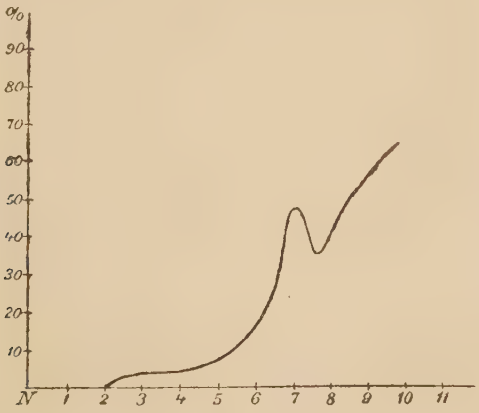


Fig. 1.

zu gleicher Zeit im Bewußtsein gegenwärtig sein können. Selbstverständlich hat man, auch wenn man die maximale Anzahl der simultan im Bewußtsein festgehaltenen Gehörseindrücke bestimmt hat, keineswegs den Inhalt des Bewußtseins erschöpft. Denn sieht man im Umfange des Bewußtseins den Inbegriff alles jeweils unmittelbar Erfahrenen, so leuchtet ein, daß selbst die vorsichtigste Experimentiermethode das Bewußtsein einer Vp. nicht lediglich auf die gegebenen objektiven Schalleindrücke einengen kann. Und gesetzt, es sei dies möglich, so würde die so gefundene Maximalzahl nur dann den Inhalt des Bewußtseins erschöpfen, wenn die Vp. total von ihrer psychischen Vergangenheit losgetrennt worden wäre, was natürlich praktisch nicht denkbar ist. Aus diesen Gründen kann es sich hier also nur darum handeln, allgemein ausgedrückt, den Umfang des Bewußtseins für regelmäßig gegliederte Gesamtvorstellungen oder den Umfang des rhythmischen Bewußtseins, wenn wir die von W. Wirth[1]) gebrauchte kürzere Ausdrucksweise benutzen, unter günstigsten Bedingungen festzustellen. Da es sich bei dem so definierten rhythmischen Umfange nur um ein Optimum handeln kann, lassen sich von vornherein große Schwankungen vermuten, die teils im Individuum selbst, teils in den begleitenden Nebenumständen ihre Ursache haben. Den durch diese in die Resultate hineingetragenen Faktor kann man wohl bei allen Vp. dann mit Recht als konstant ansehen, wenn alle bekannten Vorsichtsmaßregeln nach Möglichkeit eingehalten werden, welche die Kritik schon längst bei psychologischen Experimenten gezeitigt hat. Andererseits wird die individuelle Variation unter den einfachsten Verhältnissen relativ gering sein, wenn sie nicht etwa ganz verschwindet. Die erste Frage, welche daher zu beantworten sein wird, wird die Anzahl der einfachen Gehörsvorstellungen betreffen, die simultan apperzipiert werden können. Um diese Anzahl ermitteln zu können, müssen wir jene Versuchsgruppen in Betracht ziehen, in welchen der rhythmische Einfluß entweder überhaupt nicht, oder doch nur in verschwindend kleinem Maße vorhanden gewesen ist. Eine Übersicht über diese Versuche gibt Tab. III.

Bei allen diesen Versuchen finden wir ein plötzliches Wachsen der

[1]) Vgl. W. Wirth: Zur Theorie des Bewußtseinsumfanges und seiner Messung. Philos. Stud. XX. S. 487.

Fehlerprozente bei den Versuchen mit Normalstrecke 7. In X_2 (Vp. R. J = 3,1″) tritt dies schon bei Normalstrecke 6 ein. Vielleicht liegt dies daran, daß wir uns in diesen Versuchen hart an den durch die Zeit gezogenen Schranken befinden. In einer später zu besprechenden Versuchsreihe (vgl. S. 163), in welcher das Schlagintervall 3,25″ betrug, konnte schon Normalstrecke 3 nicht mehr apperzipiert werden.

Legen wir nun an diese Versuche den schon von Dietze angewandten Maßstab, d. h. rechnen wir bis 20 % falsche Urteile auf Schwankungen der Aufmerksamkeit, so folgt aus diesen Versuchen, daß im Maximum sechs einfache Gehörseindrücke simultan apperzipiert werden können, eine Zahl, die durch noch später zu besprechende Versuchsreihen, in welchen die Schlagfolge der Vergleichsstrecken eine andere war wie in der Normalstrecke, bestätigt wird. Die Zahl 6 ist offenbar innerhalb der hier überhaupt anwendbaren Grenzen unabhängig von der Schlagfolge, denn wir finden sie in den Versuchen vom Schlagintervall 0,4″ an bis zum Schlagintervall 3,1″.

Für den Fall, daß der subjektive Rhythmus der Vp. deutlich bewußt geworden ist, und die Vp. sich bewußtermaßen bei der Beurteilung auf diesen subjektiven Rhythmus gestützt hat, kommen zwei Versuchsreihen in Betracht (III_1 Vp. Kö. J = 0,25″; III_2 Vp. Ke. J = 0,4″). Versuchsgruppe III_1 bietet ein interessantes Beispiel dafür, wie sich nach und nach immer größere Takteinheiten entwickeln. Die starken Gegensätze am Anfang der Versuchsgruppe zwischen den Versuchsreihen mit günstigen Normalstrecken (8, 12, 16, 20) und ungünstigen (7, 9, 11, 13, 23) erklären sich hier, wie schon erwähnt, aus der Versuchsanordnung. Bis Normalstrecke 23 wurde die Trennung der beiden zu vergleichenden Strecken durch Klingelzeichen bewirkt. Der $^2/_4$-Takt herrscht bis zur Normalstrecke $20 = 5 \cdot 4$, der darauf folgende $^4/_4$-Takt bis zur Normalstrecke $40 = 5 \cdot 8$. Von hier an treten zwei $^4/_4$-Takte zu einer Dipodie zusammen, welche dann von Normalstrecke $64 = 4 \cdot 16$ an in die dazugehörige Tripodie übergeht. Hiermit ist das Gesetz der dreistufigen Hebung erfüllt, und es ist daher anzunehmen, daß mit diesem Takte ein Maximum erreicht ist.

In Versuchsgruppe IV_2 (Vp. Kö.; $J = 0{,}4''$) blieb die Taktententwicklung beim $^4/_4$-Takt stehen, der hier wahrscheinlich infolge der Nachwirkung der vorigen Versuchsgruppe sich etwas früher ein-

Tabelle IV.

(Vgl. Fig. 2.)

Tab. Nu.	Vp.	J.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
II	Ka.	0,3″	0	0	0	0	20	14,3	66,7	33,3	88,9	90
II	Kö.	0,3″	0	0	0	10,7	30	0	66,7	57,1	70	80
IV_1	Ku.	0,4″	0	0	20	0	40	10	20	50	..	..
IV_1	R.	0,4″	0	0	40	0	0	10	30	50	..	..
VII	P.	0,7″	0	0	0	10	40	20	30	50	60	..
IX_1	R.	1,0″	0	0	10	0	40	10	40	60	..	..
Mittelwert			0	0	11,7	4,5	28,3	16,7	42,2	53,4	73	85

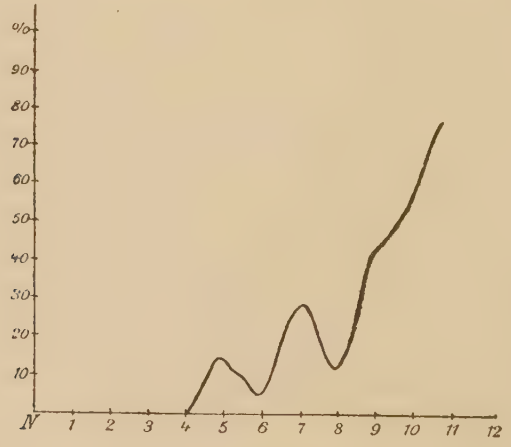


Fig. 2.

stellt (Normalstrecke 15—18). Bis Normalstrecke $40 = 5 \cdot 8$ übersteigt der Fehlerprozentsatz 20 nicht, er steigt aber sofort bei Normalstrecke 41 auf 60, eine Höhe, auf der er sich hält bis zur

Normalstrecke 49, bis zu welcher hier Versuche gemacht wurden. Daß hier die rhythmische Entwicklung beim $^4/_4$-Takt stehen geblieben ist, liegt wohl wesentlich an dem Schlagintervall (J = 0,4″), das schon außerhalb der für taktmäßige Auffassung günstigsten Zone (0,2″—0,3″)

Tabelle V.

(Vgl. Fig. 3.)

Tab. Nu.	Vp.	J.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	21
V	R.	0,5″	10	0	0	0	10	0	10	20	30	20	40	40	60	30	30	80	50	90	60	50
VIII$_2$	R.	0,8″	10	0	10	20	40	0	50	40	40	20	80	50	70	70	..	..	..	..	..	..
VIII$_1$	G.	0,8″	10	10	10	10	50	10	40	50	60	30	40	60	60	70	..	..	..	..	..	..
VIII$_1$	Ku.	0,8″	0	0	0	10	30	0	10	30	60	40	50	90	..	..	..	..	..	..	..	..
VIII$_2$	R.	0,8″	0	0	10	10	50	20	40	30	70	60	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Mittelwert			6	2	6	10	36	6	30	34	52	34	52,5	60	63,3	56,6	..	..	..	..	..	..

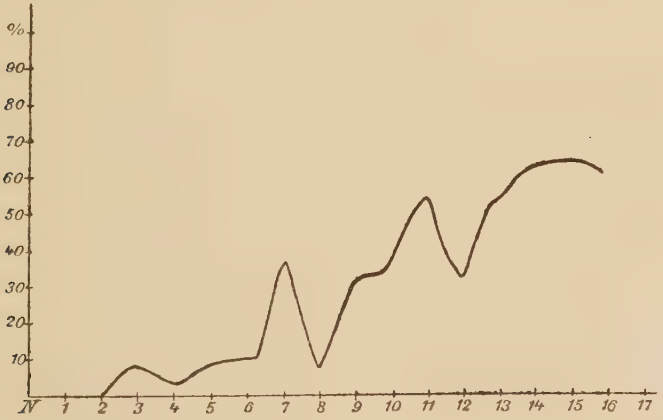


Fig. 3.

liegt. Es mag aber auch die variierte Versuchsanordnung schuld gewesen sein, indem der stete Wechsel der Normalstrecke die Bildung größerer Takteinheiten erschwerte.

Die erste Versuchsgruppe (III$_1$) konnte wegen Semesterschlusses

leider nicht bis zur gewünschten Grenze fortgesetzt werden. Doch läßt sich auf Grund der beobachteten Tatsachen mit großer Sicherheit vermuten, daß das Optimum spätestens bei Normalstrecke

Tabelle VI.

(Vgl. Fig. 4.)

Tab. Nu.	Vp.	J.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
VI_2	R.	0,2″	10	30	30	30	10	40	30	20	40	50	70	50
VI_1	G.	0,3″	20	40	40	10	20	30	10	50	..	..	..	..
$VIII_2$	Ke.	0,8″	0	10	30	40	0	20	40	40	60	60	..	..
$VIII_2$	S.	0,8″	0	0	10	60	20	50	40	30	60	70	..	..
Mittelwert VI_2 $VIII_2$ Ke. $VIII_2$ S.*)			3,3	13,3	23,3	43,3	10	36,6	36,6	30	53,3	60	..	..

*) $^3/_8$-Takt mit Auftakt.

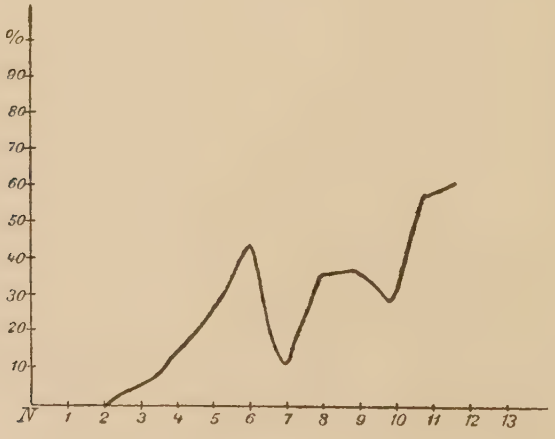


Fig. 4.

$120 = 5 \cdot 24$ erreicht worden wäre. Da es sich, wie schon gesagt, kaum vermuten läßt, daß eine größere Takteinheit sich noch bilden kann, dürfte die Zahl 120 ein absolutes Maximum sein. Für den

größtmöglichen Umfang einer unmittelbaren Zeitvorstellung ergibt sich für diese Vp. eine Zeit von 6″ [1]).

Die Resultate derjenigen Versuchsgruppen, in welchen ein bestimmter subjektiver Rhythmus vorwaltet, ohne der Vp. ausdrücklich zum Bewußtsein zu kommen, gleichen im wesentlichen denjenigen

Tabelle VII.

(Vgl. Fig. 5.)

Tab. Nu.	Vp.	J.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
III_2	Ka.	0,25″	0	0	10	75	53	12	47,6	58	66,7	50	60	..
V	Ku.	0,5″	10	0	0	30	40	10	10	50	60	60	..	..
VII	R.	0,7″	0	0	0	30	20	0	50	20	50	30	50	80
Mittelwert			3,3	0	3,3	45	37,7	7,3	35,8	42,7	58,7	46,7	55	80

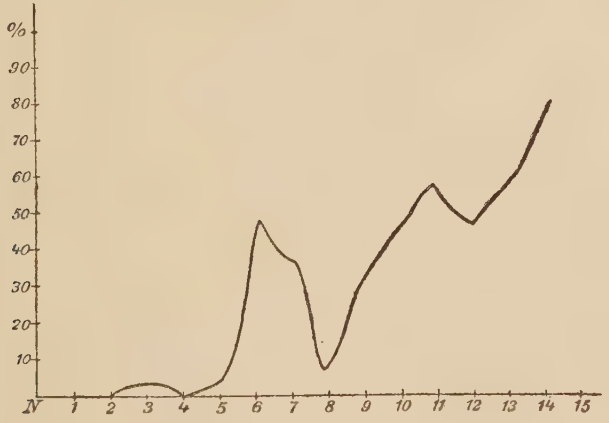


Fig. 5.

Versuchsgruppen, die frei von rhythmischen Einflüssen sind. In Tabelle IV sind diejenigen Versuchsgruppen zusammengestellt, bei welchen der $^2/_8$-Takt vorherrschend gewesen ist. Auch hier steigt

[1]) Vgl. Wundt, Phys. Psych. [5] III. S. 32.

bei Normalstrecke 7 die Fehlerkurve an, erreicht aber bei Normalstrecke 8 noch einmal ein Minimum.

Ganz analog verhält sich die Fehlerkurve in den Versuchen, die vom $^2/_4$-Takt beherrscht sind, wie aus Tabelle V ersichtlich ist. In der Versuchsgruppe V (Vp. R. J = 0,5″) hält sich der Fehlerprozentsatz bis zur Normalstrecke 12 unter 30 mit der einzigen Ausnahme des relativen Fehlermaximums bei Normalstrecke 11. Aber auch bei Normalstrecke 16 und 17 ergeben sich noch verhältnismäßig gute Resultate (Fehlerprozentsatz 30). In den andern Versuchsgruppen ist der Einfluß des $^2/_4$-Taktes nicht so weittragend. Durchgehends finden wir hier ein absolutes Fehlerminimum bei Normalstrecke 8, in Versuchsgruppe $VIII_2$ Vp. R. und Vp. G. (J = 0,8″) ergibt sich auch noch bei Normalstrecke 12 ein niedriger Fehlerprozentsatz.

Die Versuchsgruppen, in denen der $^3/_8$-Takt beobachtet worden ist, sind in Tabelle VI zusammengestellt. Rein wurde der $^3/_8$-Takt nur einmal in Versuchsgruppe VI_1 (Vp. G. J = 0,3″) beobachtet. Hier finden wir eine gute Beurteilung der Normalstrecken 6 und 9. In den drei andern Versuchsgruppen finden wir den $^3/_8$-Takt mit Auftakt, hier werden Normalstrecke 7 und 10 noch gut beurteilt. In den Versuchen mit schneller Schlagfolge finden wir schon bei Normalstrecken von geringer Ausdehnung, wenn sie sich dem subjektiven Rhythmus nicht fügen, einen verhältnismäßig hohen Fehlerprozentsatz. Der Zwang zu rhythmischer Auffassung führt hier im Verein mit dem zeitlichen Faktor, der hier sehr stark hervortritt, leicht zu Urteilstäuschungen.

Die Versuchsgruppen endlich, in welchen der $^5/_8$-Takt beobachtet wurde, sind in Tabelle 7 zusammengestellt. Der $^5/_8$-Takt zeitigt ein gutes Resultat bei den Normalstrecken 5 und 8. Aus allen diesen Versuchsgruppen geht hervor, daß rhythmische Auffassung, auch wenn sie der Vp. nicht ausdrücklich zum Bewußtsein kommt, die Apperzeption von Normalstrecke 6 übersteigenden Schallstrecken, die dem gewählten Takte adäquat sind, erleichtert. Der $^2/_8$-Takt bewirkt noch bei Normalstrecke 8, der $^2/_4$-Takt bei Normalstrecke 8, 12 (16), der $^3/_8$-Takt bei Normalstrecke 9 (10) gute Resultate. Anderseits unterliegen dem Takte nicht adäquate Normalstrecken leicht Urteilstäuschungen.

Versuche S.-S. 1904.

I.

Das Schlagintervall der Normalstrecke ist verschieden von demjenigen der Vergleichsstrecke.

Eine Änderung des Schlagintervalls in der Vergleichsstrecke ließ sich mit Hilfe des Wundtschen Zeitsinnapparates leicht dadurch bewirken, daß z. B. die Schläge der Normalstrecke durch Kontakte hervorgerufen wurden, welche in Zwischenräumen von 45° angebracht waren, während die Vergleichsstrecke durch Kontakte ausgelöst wurde, die 36° voneinander abstanden (bzw. umgekehrt). Die beiden zu vergleichenden Strecken wurden durch starke Schläge eingeleitet. Es wurde so eingerichtet, daß der starke Schlag der Vergleichsstrecke stets an einem der zwei Knotenpunkte der beiden Kontaktreihen ausgelöst wurde. Die beiden zu vergleichenden Schallreihen folgten also unmittelbar aufeinander. Auch hier wurde mit stetig wechselnder Normalstrecke gearbeitet. In den Versuchen der Tabelle VIII lief die Normalstrecke langsamer ab als in der Vergleichsstrecke. Während wir bei den früheren Versuchen den durch die Gefühlslage hineingetragenen Faktor als konstant ansehen dürfen, gilt dies a priori von diesen Versuchsreihen nicht. Denn sicherlich bringt jede Geschwindigkeitsänderung in der Schlagfolge auch eine Änderung in der Gefühlslage mit sich Ziehen wir aber in Erwägung, daß der Übergang von einer langsamen zu einer schnelleren Schlagfolge unseren Aufmerksamkeitsverhältnissen sicherlich nicht widerstrebt, so können wir in allen jenen Fällen, wo die Schlagfolge außerhalb der für rhythmische Auffassung günstigen Zone liegt[1]), den Faktor der Gefühlslage als unwesentlich für die Frage nach dem Bewußtseinsumfange vernachlässigen. Dasselbe wird auch dort gelten, wo wenigstens die Normalstrecke außerhalb der kritischen Zone liegt. Aus diesen Gründen kommt daher für unser Problem die Versuchsgruppe 1 (Tabelle VIII) nicht in Betracht. Vp. gibt hier zu Protokoll, daß »es sich hier mehr um

[1]) Überall dort, wo die Schlagfolge zu rhythmischer Auffassung drängt, zieht natürlich jede Änderung der Geschwindigkeit auch eine bedeutendere Änderung der Gefühlslage nach sich.

ein Gefühlsurteil handle als um ein rationelles, für das man absolut keine Anhaltspunkte habe«. Die Resultate zeigen auch, daß in dieser Versuchsgruppe starke Urteilstäuschungen geherrscht haben. Schon Normalstrecke 3 weist 40% falsche Urteile auf. Diese Versuchsgruppe ist in gewissem Grade zu vergleichen mit jenen Versuchen, die mit dem konstanten Schlagintervall von 0,2″ und 0,3″ angestellt worden sind. Von den dann noch übrigbleibenden Versuchsgruppen 2—6 scheidet auch wieder Versuchsgruppe 6 aus, da in der

Tabelle VIII.

Vp. Ke.	IN.	IV.	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	0,6″	0,5″	40	0	40	60	40	50	..	..
2.	0,9″	0,7″	0	10	10	20	50	50	..	..
3.	1,2″	0,5″	0	10	10	10	40	70	70	80
4.	1,6″	1,3″	10	0	10	20	40	50	..	..
5.	1,8″	0,7″	0	0	10	20	50	60	50	70
6.	3,3″	1,3″	40	30	40	..	..	..	..	..
Mittelwert*)			2,5	5	10	17,5	45	52,5	60	75

*) Der Mittelwert ist aus den Versuchsreihen 2—5 gezogen.
IN. = Schlagintervall der Normalstrecke.
IV. = Schlagintervall der Vergleichsstrecke.

Normalstrecke das Schlagintervall ein so großes war, daß hier für die Auffassungsfähigkeit schon die durch den Zeitfaktor gezogene Grenze überschritten ist. Vp. gibt zu Protokoll, daß es ihr infolge des großen Zeitraumes unmöglich sei, ein klares Bild von der Normalstrecke zu erhalten.

Bei den Versuchsgruppen 2—5 finden wir nun bis zur Normalstrecke 6 höchstens das Fehlermaximum 20, dagegen bei Normalstrecke 7 durchgehends ein Ansteigen der Fehlerprozente, das auch bei Normalstrecke 8 (bzw. 9, 10) anhält. Der Mittelwert der Fehlerprozente, der aus diesen Versuchen berechnet ist, steigt von 17,5 auf 45. Diese Versuche bestätigen einerseits die Resultate, welche

wir bei jenen Versuchen gefunden haben, bei denen sich der rhythmische Einfluß als unwesentlich erwies — ist doch auch in diesen Versuchen eine rhythmische Auffassung bedeutend erschwert[1]) —, andererseits zeigen diese Versuche, daß bei langsamerer Schlagfolge der Zeitfaktor für das Urteil unwesentlich ist.

Ein ganz anderes Bild bieten die Versuche, in welchen die Normalstrecke schneller abläuft als die Vergleichsstrecke (siehe Tabelle IX). Die Schlagfolge »schnell-langsam« widerstrebt offenbar in höherem Grade unseren Aufmerksamkeitsverhältnissen, so daß von einer Konstanz der Gefühlslage nicht mehr die Rede sein kann. Vielmehr erlangen hier die Gefühle (besonders diejenigen der Spannung) nach Ablauf der Normalstrecke die Oberhand. Überhaupt erscheint hier eine Vergleichung des Inhaltes der gegebenen Schallstrecken erschwert. Die Urteile sind entweder, wie in Versuchsgruppe 5, auf Grund nachträglicher Reflexion abgegeben, oder das Urteil gründet sich auf den Zeitfaktor (Versuchsgruppe 1), welcher sich hier mit dem Hervortreten der Gefühle bezeichnenderweise Geltung verschafft. Sehr charakteristisch für das Hervortreten des Zeitfaktors ist in diesen Versuchsgruppen besonders von Normalstrecke 6 an das Überwiegen des Urteils »gleich« bei sämtlichen Vp. Handelt es sich doch hier um für die Zeitbeurteilung verhältnismäßig große Zeiten (3″—10″), bei welchen bekanntlich die Unterschiedsempfindlichkeit sehr gering ist. Diese »gleich«-Urteile sind aber keine absoluten »gleich«-Urteile, sondern nur in dem Sinne: ich bemerke keinen Unterschied. Vp. Be. pflegte dies auch regelmäßig in einem dem Urteil »gleich« angehängten »fraglich« zum Ausdruck zu bringen. Sehr selten finden wir einmal das Urteil »kleiner«, und Vp. Be. bezeichnet einmal die Urteilsschwankung zwischen gleich und kleiner als »sehr merkwürdig«, sie sei ihr noch nie in diesen Versuchen begegnet.

Mit Vp. A. wurden noch eine Reihe von Versuchen über Normalstrecke 8 hinaus angestellt. Vp. A. neigt sehr zu rhythmischer Auffassung, und auch in diese Versuchsreihen hörte sie den $^3/_8$-Takt hinein, der sich später zum $^6/_8$-Takt erweiterte. Vp. selbst gibt an, daß sie ein großes Sicherheitsgefühl bei der Beurteilung selten gehabt

[1]) Außerdem neigt Vp. sehr wenig dazu.

habe. Es ist bezeichnend, wie auch in diesen Versuchen eine gewisse rhythmische Auffassung die Beurteilung über Grenzen hinaus erleichtert, wo ohne dieses Moment totale Unsicherheit herrscht. Eine rhythmische Auffassung war in diesen Versuchen dadurch nicht sonderlich erschwert, daß der Unterschied in der Schlagfolge nicht zu bedeutend ist. Wenn hier auch durch die auftretende Inkonstanz der Gefühle die Resultate getrübt werden, so läßt sich immerhin vermuten, daß es eventuell einer Vp. gelingen kann, von allen diesen Nebenumständen zu abstrahieren, d. h. also, sich unabhängig zu machen von dem zeitlichen Faktor. Sollte dies möglich sein, so läßt sich mit Sicherheit vermuten, daß auch hier die Resultate dasselbe Bild zeigen werden wie oben, höchstens mit dem Unterschiede, daß durch den hineingetragenen Zwang sich die Grenze weiter nach unten verschiebt.

Bei diesen Versuchen war übrigens die Vp. niemals auf das jeweilige neue Tempo gefaßt. Bei einer solchen Vorbereitung dürfte der Einfluß der absoluten Zeitverhältnisse noch weiter auszuschalten sein [1]).

II.

Versuchsreihen mit objektivem Rhythmus.

Ausgehend von der Erwägung, daß Versuchsreihen mit objektivem Takt analogen psychischen Bedingungen unterworfen sein müssen, wie Versuchsreihen mit subjektivem, stellte ich S.-S. 1904 eine Reihe von Versuchen an, in denen in die Schlagreihen ein bestimmter Rhythmus hineingelegt wurde. Derartige Schlagreihen sind an dem Wundtschen Zeitsinnapparat leicht herzustellen. Es bedarf dazu nur zweier Stromkreise. In den einen hiervon wird ein Widerstand eingeschaltet. So läßt sich leicht ein objektiver $^2/_8$- und $^3/_8$-Takt herstellen. Natürlich muß darauf geachtet werden, daß die Differenz der Schlagstärke nicht so bedeutend ist, daß der starke Schlag in zu großem Gegensatze zu dem schwachen steht. Es wurden nun Versuche mit jener Schlagfolge gemacht, die nach dem Urteile der Vp. dem Takte am adäquatesten war. Dies wurde als notwendig erachtet, um die Konstanz

[1] Vgl. W. Wirth a. a. O., S. 545.

der Gefühlslage zu sichern. Nach dem übereinstimmenden Urteil der Vp. war für den $^2/_8$-Takt eine Schlagfolge von 0,8″ besonders günstig. Andere Herren und ich selbst konnten dies nur bestätigen. Es ist dies charakteristischerweise dasjenige Schlagintervall, bei dem auch in jenen oben besprochenen Versuchsreihen ganz ausgesprochen die Erweiterung des $^2/_8$-Taktes, der $^2/_4$-Takt, subjektiv herrschte, zu

Tabelle IX.

	Vp.	IN.	IV.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1.	Ke.	0,5″	0,6″	20	40	60	30	50	50	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
2.	Be.			30	40	50	70	80	70	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
3.	K.	0,7″	0,9″	0	0	40	20	30	50	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
4.	Be.			0	20	30	60	60	70	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
5.	K.	0,7″	1,8″	10	30	30	70	40	40	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
6.	K.			0	40	30	50	50	40	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
7.	A.	1,3″	1,6″	30	20	40	10	30	10	30	30	20	10	30	20	20	20	30	20	30	40	40	50	40	40
8.	Be.			30	60	60	30	60	50	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

Tabelle X.

Takt	Vp.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$^2/_8$	Ke.	10	10	0	40	50	50	..	..	..	..	..	..	..	..
$^2/_8$	A.	0	0	0	0	0	0	20	20	30	10	40	40	60	50
$^3/_8$ steig.	Ke.	0	0	0	50	30	60	..	..	..	..	..	..	..	..
$^3/_8$ fall.	Ke.	40	70	30	30	50	30	..	..	..	..	..	..	..	..

dem auch hier sofort nach einigen einleitenden Versuchen Vp. A. überging. Vp. Ke. verharrte die ganze Versuchsreihe hindurch in dem objektiven $^2/_8$-Takt (Vp. Ke. neigte wenig zu rhythmischer Auffassung). Für den $^3/_8$-Takt wurde als günstigste Schlagfolge das

Schlagintervall 0,5″ bezeichnet. Hier wurden auch mit steigendem und fallendem Takte Versuche angestellt. Ich beobachtete nämlich, daß, sobald die starken Schläge verhältnismäßig wenig von den schwachen Schlägen an Intensität abweichen, der Takt fallend, im andern Falle steigend gehört wird, ein Zwang, dem man sich nur mit großer Mühe und dann auch nur auf kurze Zeit entziehen kann. In diesen Versuchen wurde Normal- und Vergleichsstrecke durch ein Klingelzeichen getrennt. Da hier das Trennungszeichen stets mit einer Takthebung zusammenfällt, waren Mißstände, wie sie oben eintraten, nicht zu befürchten. Im übrigen wurden die Versuche ganz entsprechend den früheren angestellt. Einem Schlage mit dem elektromagnetischen Hammer entspricht hier natürlich ein ganzer Takt. Die Versuche 1—3 (Tabelle X) zeigen die auf Grund der vorhergehenden Versuche zu erwartenden Resultate. In Versuchsgruppe 1 und 2 werden fünf $^2/_8$- bzw. $^3/_8$-Takteinheiten noch simultan apperzipiert. In 2 hört Vp. sofort subjektiv die nächste Erweiterung des $^2/_8$-Taktes, den $^2/_4$-Takt, hinein, der, wie die Vp. zu Protokoll gab, »merkwürdigerweise steigend« war. Hier finden wir exakte Beurteilung noch bei Normalstrecke 10, was Normalstrecke 20 der vorhergehenden Versuche entspricht. Und der sich nun schon entwickelnde $^3/_4$-Takt zeitigt noch ein Fehlerminimum bei Normalstrecke 12. Ein ganz anderes Bild zeigt Versuchsgruppe 4. Hier finden wir schon bei den kleinen Normalstrecken einen sehr hohen Fehlerprozentsatz. Vielleicht liegt die Ursache hiervon in dem fallenden $^3/_8$-Takt. Während man geneigt ist, in eine Schallreihe mit objektiv gleich starken Schlägen einen fallenden Takt subjektiv zu hören[1]), scheinen die Verhältnisse anders zu liegen, sobald objektiv ein gewisser Takt vorgezeichnet ist. Dann scheint die Tendenz für steigenden Takt zu herrschen (vgl. Versuchsgruppe 2). Es fällt z. B. auch verhältnismäßig schwer, einen fallenden Takt zu klopfen, und man wird, achtet man nicht besonders auf sich, unwillkürlich vom fallenden zum steigenden Takt übergehen. Ob in den hier angedeuteten Momenten die Ursachen für die Resultate der Versuchsgruppe 4 liegen, oder ob der Grund in andern Umständen zu suchen ist, kann natürlich aus diesen wenigen Versuchen heraus

[1]) Wenigstens gilt dies von Angehörigen des germanischen Volksstammes, vgl. hierüber W. Wundt, Phys. Psych. [5] III. S. 99.

nicht entschieden werden. Ich gedenke hierüber noch genauere Untersuchungen anzustellen.

Bemerkungen zu den Dietzeschen Untersuchungen.

Daß zur Feststellung der Zahl der einfachen Gehörseindrücke, welche simultan im Bewußtsein festgehalten werden können, das Metronom wegen des damit ohne weiteres gegebenen $^2/_8$-Taktes verhältnismäßig ungeeignet ist, ist schon erwähnt worden. Dietze hat dies auch erkannt, wenn er erwähnt, daß nie ein einzelner Eindruck aus einer Reihe für sich gesondert aufgefaßt werde, sondern es immer wenigstens zwei Eindrücke seien, die zu einer Gruppe verbunden werden. Ferner hat es sich im Verlaufe der vorliegenden Versuche gezeigt, daß ein längeres Beibehalten einer und derselben Normalstrecke nicht empfehlenswert ist. Außerdem wird man es nicht als vorteilhaft anerkennen können, wenn von seiten der Reagierenden absichtlich eine Gliederung der Reihe gegebener Eindrücke in umfassendere Gruppen als zu je zwei vermieden worden war (Versuche ohne Gruppenbildung). Alles dies sind Momente, welche das durch die Dietzeschen Versuche erhaltene Bild trüben. Die Dietzeschen Versuche der Tabellen I—III ergaben dieselben Resultate, die unsere Versuche in den Fällen aufweisen, wo der Einfluß eines subjektiven Rhythmus überhaupt gar nicht vorhanden war bzw. minimal zur Geltung kam. Handelt es sich doch auch hier um Schlagintervalle ($4'' - 2{,}5''$), wo auch der im Metronom liegende $^2/_8$-Takt nicht die Oberhand gewinnen konnte. Lediglich diese wenigen Versuche Dietzes sind als Versuche ohne Gruppenbildung anzusehen. Die Dietzeschen Versuche der Tabellen IV—VII entsprechen denjenigen von unseren Versuchen, in denen sich der subjektive $^2/_8$-Takt Geltung verschafft. Auch bei diesen Versuchen finden wir noch eine gute Beurteilung von Normalstrecke 8, während schon bei Normalstrecke 7 sich ein relatives Fehlermaximum zeigt. Alle übrigen Dietzeschen Versuche, welche mit einer Schlagfolge von $1''$ abwärts angestellt wurden, sind aber ganz offenbar von dem nächst höheren Takt, dem $^2/_4$-Takt, beherrscht. Sie zeigen im großen und ganzen jenen Charakter, den auch wir bei den entsprechenden Versuchen gefunden haben und der sich am reinsten bei uns in der Versuchsgruppe V Vp. R. ($J = 0{,}5''$) ausprägt.

Auf Grund unserer Versuche können wir nun allerdings dem von Dietze aus seinen Versuchen gezogenen Satze: »Im Falle regelmäßig aufeinander folgender Vorstellungen ist der Umfang des Bewußtseins eine Funktion der Geschwindigkeit, mit welcher die einzelnen Vorstellungen aufeinander folgen,« nicht zustimmen. Die Geschwindigkeit spielt allerdings insofern eine Rolle, als es offenbar ein gewisses Minimum gibt, unter welchem eine selbst noch so geringe Anzahl von Schlägen nicht mehr simultan im Bewußtsein zusammengehalten werden kann, und ein gewisses Maximum, bei dem die einzelnen Vorstellungen überhaupt nicht mehr auseinandergehalten werden können. Auf Grund unserer Versuche liegt das Minimum der Geschwindigkeit bei einem Schlagintervall von über 3,25″, das Maximum bei einer Schlagfolge, deren Schlagintervall kleiner als 0,2″ ist. Dietze findet für das Minimum eine größere Zahl. Genaue Zahlwerte werden sich hier nie angeben lassen, da große individuelle Schwankungen vorhanden sind. Bei einer Schlagfolge, welche innerhalb dieser Extremwerte liegt, hat sich nun gezeigt, daß das Maximum der im Bewußtsein simultan apperzipierten Eindrücke die Zahl 6 nicht übersteigt. Jedes scheinbare Darüberhinausgehen ist ganz offenbar durch den Einfluß rhythmischer Gruppenbildung zu erklären. Die Ursachen, die dem Dietzeschen Satze zugrunde liegen, sind also vielmehr in der Tatsache zu suchen, daß die sich bildende Takteinheit eine Funktion der Geschwindigkeit ist[1]), und der Fehler Dietzes in der Interpretation seiner Versuche liegt also lediglich darin, daß er nicht erkannt hat, daß die Versuche mit dem Schlagintervall von 1″ abwärts an alle beeinflußt sind von einem subjektiven $^2/_4$-Takt.

Auf die weiter von Dietze gefundene Haupttatsache der günstigen und ungünstigen Zahlen ist schon oben eingegangen worden. Ein merklicher Einfluß der Übung — hatte sich die Vp. erst einmal an die Art der Versuche gewöhnt — konnte auch bei unseren Versuchen nicht konstatiert werden. Wohl aber scheint ein Einfluß aus der Beschäftigung mit der Musik insofern sich zu ergeben, als Musik treibende Vp. eher zu subjektivem Rhythmus und eventuell auch zu komplizierten Taktformen neigen als solche, bei denen dies nicht der Fall war.

---

[1]) Vgl. Wundt, Phys. Psych. [5] III. S. 29.

Schlußbemerkungen.

Wenn im vorhergehenden experimentell gezeigt worden ist, daß man im Maximum sechs einfache Gehörseindrücke apperzipieren kann, und die Apperzeption von einer größeren Anzahl von Gehörseindrücken im Grunde auf eine Apperzeption von neuen Einheiten hinausläuft, deren Gesamtzahl 6 nie übersteigt, ja in unseren Versuchen nie ganz erreicht, so ist natürlich mit der Zahl 6 der Umfang des Bewußtseins für Gehörseindrücke ebensowenig erschöpft, wie bei den entsprechenden Versuchen auf andern Sinnesgebieten. Vielmehr ist durch diese Versuche nur gezeigt, daß der Umfang der Aufmerksamkeit beim Gehörssinn denselben Bedingungen unterliegt wie beim Tast- und Gesichtssinn. Während wir nun auf Grund unserer Versuche im Konnex mit allen früheren auf andern Sinnesgebieten angestellten auf eine Konstanz des Umfanges der Aufmerksamkeit schließen können, finden wir natürlich diese Konstanz bei der Frage nach dem Umfange des Bewußtseins direkt nicht wieder. Hier kommt eine derartige Menge von Faktoren zur Geltung, daß etwa gefundene Resultate stets nur individuelle Bedeutung haben können. Da aber der Maximalumfang einer Gesamtvorstellung wieder auf einer Gliederung des bei dem Umfange der Aufmerksamkeit gefundenen Maximalwertes beruhen wird, so vereinfacht sich die Frage nach dem Maximalumfange des Bewußtseins unter gewissen Bedingungen insofern, als es lediglich darauf ankommen wird, festzustellen, wieviel Einzeleindrücke eventuell zu einer neuen Einheit zusammengefaßt werden können. Aus unseren Versuchen hat sich ergeben, daß im Maximum 24 Schläge zu einer Gesamteinheit zusammengefaßt werden können, und wie wir oben gesehen haben (vgl. S. 157), läßt sich in diesem Wert ein absolutes Maximum vermuten. Da diese Einheiten stets individuelle Bedeutung haben und neben andern ganz besonders von der Übung abhängen, haben diese Maximalwerte nur unter ganz einfachen Verhältnissen (wie etwa bei regelmäßig aufeinander folgenden Gehörseindrücken) allgemeine psychologische Bedeutung. Eine viel weitertragende Bedeutung für die psychologische Forschung besitzt hingegen die jetzt für alle Sinnesgebiete gleichmäßig festgelegte Konstanz des Umfanges der Aufmerksamkeit. Dieser Konstanz ist es — um nur bei akustischen Eindrücken zu bleiben — zuzuschreiben, wenn sowohl in der musi-

kalischen wie in der poetischen Metrik die größte rhythmische Reihe durch sechs Takte gebildet wird, und wenn auch in der Poesie sowohl wie in der Musik die fünfgliederige Periode hart an der Grenze steht, wo die Übersichtlichkeit aufhört[1]).

Während bei den tachistoskopischen Versuchen sich stets eine gewisse Übung notwendig machte, ehe es gelang, den Maximalwert für den Umfang der Aufmerksamkeit zu erreichen, gilt das gleiche bei unseren Versuchen nicht, vielmehr waren die Vp. — hatten sie sich durch wenige einleitende Versuche an die Experimentiermethode gewöhnt — sofort imstande, den gefundenen Maximalwert zu apperzipieren. Dies liegt u. a. wohl daran, daß hier die Vp. durch die im Anschluß an die Sprache und deren rhythmische Funktionen eingetretene Gewöhnung sofort mit maximaler Übung an die Versuche herantreten. Ist doch die Apperzeption irgendeines gesprochenen Satzes im Grunde denselben Bedingungen unterworfen wie die Apperzeption einer Schallreihe in unseren Versuchen, und eine psychologische Analyse des Satzaufbaues wird sicher das Gesetz der Konstanz des Umfanges der Aufmerksamkeit bestätigen.

[1]) Vgl. Wundt, Phys. Psych. [5] III. S. 35 ff.

Kleine Mitteilungen.

»Über den Begriff des Glücks«: Darwinismus contra Energetik.

In seinen »Vorlesungen über Naturphilosophie« hat W. Ostwald bekanntlich den Begriff der »psychischen Energie« in die Reihe der allgemeinen Energieformen aufzunehmen und auf solche Weise die Psychologie nebst den zu ihr in naher Beziehung stehenden Gebieten der Ethik und der Ästhetik gewissermaßen als Anwendungen der Energetik zu behandeln versucht. In weiterer Fortführung dieses Unternehmens hat nun Ostwald vor kurzem in einem vor der »Philosophischen Gesellschaft« zu Wien gehaltenen Vortrag eine energetische Definition des Glücks gegeben. Das Wesentliche seiner Ausführung, über die allerdings eine eingehendere Veröffentlichung noch aussteht, scheint hierbei darin bestanden zu haben, daß er die psychische Energie der Willensbetätigung in zwei Teile zerlegt, von denen der eine mit Lustgefühlen, der andere mit dem Gefühl des Widerstrebens verbunden sei. Die Größe des vorhandenen Glückes soll dann durch das Produkt der Summe und der Differenz dieser beiden Faktoren gemessen werden: $(E + W) \cdot (E - W) = E^2 - W^2$.

Gegen diesen Versuch wendet nun Boltzmann in einem in Nr. 1 der »Umschau« (1905) erschienenen Aufsatz erstens ein, daß physikalische und psychische Energie zwei gänzlich verschiedene Begriffe seien, die, abgesehen davon, daß ihre Namen übereinstimmen, nichts miteinander gemein haben, und zweitens, daß die von Ostwald aufgestellte Formel eine willkürliche sei, für die jeder Beweis fehle und notwendig fehlen müsse, weil weder ein Übergang psychischer in physikalische Energie in irgendwelchen äquivalenten Verhältnissen nachweisbar sei, noch auch als ausgemacht gelten könne, daß die Rechenoperationen, mittels deren wir physische Größen zueinander in Beziehung setzen, auch auf psychische zu übertragen seien. Auch deutet er an, daß der Begriff des Glücks unter verschiedenen subjektiven Bedingungen wahrscheinlich ein sehr verschiedener sein könne, so daß, wenn etwa ein tatendurstiger Europäer die Formel $(E + W) \cdot (E - W)$ bevorzuge, für einen Buddhisten, dessen Ideal die Abtötung des Willens sei, möglicherweise eine andere gelten könne, etwa $\frac{E - W}{E + W}$.

Allen diesen Ausführungen wird man rückhaltlos beipflichten können. Höchstens ließe sich denselben noch beifügen, daß, wenn dem Begriff

der »psychischen Energie« überhaupt ein wissenschaftlicher Sinn beigelegt werden sollte, dies immer nur dadurch möglich sein würde, daß man ihn auf seinem eigenen Gebiet aufsucht, also sich die Bedingungen vergegenwärtigt, unter denen etwa verschiedenen psychischen Tatsachen ein verschiedener Energiewert zugeschrieben wird, niemals aber dadurch, daß man unbesehen die bei der physikalischen Energie gewonnenen Prinzipien auf das psychologische Gebiet überträgt. Mit andern Worten: um für psychische Größen Formeln aufzustellen, muß man diese Größen untereinander vergleichen und zueinander in Relation bringen können. Da dies nur in sehr beschränktem Umfang der Fall ist, so entziehen sich psychische Energien überhaupt einer exakten Bestimmung. Wenn wir als Maß der psychischen Energie, im Anschluß an den gewöhnlichen Sprachgebrauch, die Größe der geistigen Leistung gelten lassen, die bei irgendeinem psychischen Prozeß zum Vorschein kommt, so würden wir also sagen können, zur Lösung einer Aufgabe der Integralrechnung sei ohne Zweifel mehr geistige Energie erforderlich als zu der eines Additionsexempels, oder auch, in einer binokularen stereoskopischen Wahrnehmung stecke mehr psychische Energie als in den zugehörigen Bildern der beiden einzelnen Augen, und es wird schließlich allgemein gelten, daß in den komplexen geistigen Leistungen unverhältnismäßig viel mehr psychische Energie enthalten ist als in den einzelnen Faktoren, aus denen sie sich zusammensetzen. Doch zu den allgemeinen Prinzipien der physikalischen Energie bieten diese Betrachtungen absolut gar keine Beziehungen dar, weil eben beidemal nur das Wort dasselbe, der Begriff aber ein total verschiedener ist.

Hätte sich nun Boltzmann begnügt, hieraus den naheliegenden Schluß zu ziehen, daß die »psychische Energie«, wenn überhaupt irgendwohin, so in die Psychologie und nicht in die physikalische Energetik gehöre, so würde dagegen schwerlich irgend etwas einzuwenden sein. Aber er zieht merkwürdigerweise diesen Schluß nicht, sondern da uns die Energetik nicht zum Begriff des Glücks verhelfen kann, so sollen wir diesen Begriff irgendwo anders suchen, — nur freilich wiederum nicht da, wo er eigentlich zu Hause ist, in unseren eigenen subjektiven Erlebnissen und ihrer Analyse, sondern da, wo bekanntermaßen schließlich für alles Rat ist, nämlich — bei den Prinzipien der Anpassung und der Vererbung. »Höher entwickelte Individuen sind kaum vom Himmel gefallen«, meint Boltzmann. Sie seien vielmehr wahrscheinlich aus kleinen organischen Klümpchen hervorgegangen. Daß sich aber diese durchschnittlich (d. h. mit Vorliebe) dahin bewegten, wo sie bessere Nahrung fänden, und daß sie sich unter diesen günstigeren Umständen leichter fortpflanzten als andere, — alles das ist nach ihm so klar und selbstverständlich, daß es weiterer Nachweisung gar nicht erst zu bedürfen scheint. »In diesem einfachen, mechanisch leicht begreiflichen Vorgang haben wir«, so meint er, »Vererbung, Zuchtwahl, Sinneswahrnehmung, Verstand, Willen, Lust und Schmerz, alles in nuce beisammen.« Wie mit der Bewegung des Klümpchens nach dem gunstigen Orte das alte und leider noch immer nicht zureichend gelöste Problem der Vererbung gelöst sein soll, das wird vielleicht nicht jedermann so selbstverständlich

finden wie der berühmte Physiker. Aber daß nun auch Verstand und Wille, Lust und Schmerz damit »in nuce« gegeben sein sollen, daran werden vielleicht selbst solche einigen Anstoß nehmen, die sich über Zuchtwahl und Vererbung keine weiteren Sorgen machen, weil das nun einmal allgemein geläufige Begriffe sind. Boltzmann hat anläßlich des Begriffes der »Energie« sehr gut auseinandergesetzt, daß Worte nichts erklären, und daß man mit Hilfe eines relativ klar definierten physikalischen Begriffes nicht einen dunkeln psychologischen interpretieren darf, der zufällig irgend einmal mit dem gleichen Namen bezeichnet wurde. Warum hat er die gleiche Vorsicht nicht auch auf die biologischen und psychologischen Begriffe angewandt? In der Tat, gegenüber dieser Ableitung von »Sinneswahrnehmung, Verstand, Wille, Lust und Schmerz« aus dem Klümpchen, das sich nach dem für sein Gedeihen günstigsten Orte bewegt, ist die Anwendung des physikalischen Energieprinzips auf die psychologischen Energien noch ein Muster von Exaktheit zu nennen.

Aber das Rätsel löst sich, wenn man sich die zwei erkenntnistheoretischen Grundsätze vergegenwärtigt, die Boltzmann an andern Stellen seines Aufsatzes zum Ausdruck bringt. Diese Grundsätze sind, wie ich glaube, aus zwei Gründen in hohem Grade beachtenswert: erstens deshalb, weil sie unter Physikern und andern Naturforschern weitverbreiteten Anschauungen entsprechen, und zweitens weil sie trotzdem in ihrer Verbindung eigentlich absurd sind, indem sie einander diametral zuwiderlaufen. Der eine dieser Sätze lautet: die psychischen Erscheinungen sind »Spiegelungen« der Gehirnprozesse in unserem Bewußtsein oder »unserem Intellekt«. Der andere Satz lautet: Atome, Moleküle, auch Energien sind keine wirklichen Dinge, sondern lediglich symbolische Hilfsmittel, um die gesetzmäßigen Beziehungen unserer Empfindungen und Vorstellungen abzubilden. Der erste dieser Sätze ist bekanntlich der Grundsatz des naturwissenschaftlichen Materialismus, wie er sich von den Iatromechanikern des 17. Jahrhunderts an bis in die moderne Physiologie erstreckt. Nach ihm betrachtet man die Atome, Moleküle und andern Hilfsbegriffe der Physik nicht nur als wirkliche Dinge, sondern zugleich als das allein Wirkliche, während die psychischen Vorgänge »Phantasmen« oder »ungenaue Spiegelungen« der wirklichen Bewegungen der kleinsten Teilchen sind. Der zweite Satz ist dagegen der Grundsatz eines skeptischen Positivismus, wie ihn im 18. Jahrhundert schon d'Alembert ausgesprochen und in neuerer Zeit mit besonderer Schärfe Ernst Mach vertreten hat.

Was man nun aber auch über diese Sätze denken möge: das eine ist klar, daß jeder von ihnen für sich allein allenfalls angenommen werden könnte. Der erste mag unseren heutigen erkenntnistheoretischen Forderungen widersprechen. Doch wenn man von diesen absieht, so läßt er sich vollkommen konsequent durchführen. Ähnlich verhält es sich, wenn auch aus andern Gründen, mit dem zweiten Satze, wenn man ihn für sich allein nimmt. Daß alles, was wir von der Außenwelt wissen, ursprünglich auf unsere Empfindungen zurückgeht, ist ja unbestreitbar. Mag man also vielleicht auch zweifeln, ob sich auf dieser Grundlage über die wirkliche Bedeutung der naturwissenschaftlichen Interpretation und ihrer Methoden zureichende Rechenschaft geben läßt:

jener Standpunkt selbst muß als ein möglicher, in sich logisch berechtigter anerkannt werden. Anders verhält es sich, wenn man, wie es Boltzmann tut, beide Sätze verbindet. Dann werden einerseits unsere Empfindungen und Vorstellungen zu »Spiegelungen« realer Gehirnprozesse, die von ihnen total verschieden sind, anderseits ist aber die ganze Physik und Chemie der Moleküle samt Energetik wiederum nur eine symbolische Spiegelung der gesetzmäßigen Beziehungen unserer Empfindungen und Vorstellungen, also, da die Gehirnprozesse doch auch zu diesen hypothetischen Molekularvorgängen gehören: die Gehirnprozesse sind Spiegelungen der Verbindung unserer Empfindungen in unserem Intellekt, und die Empfindungen sind Spiegelungen der Gehirnprozesse im selben Intellekt. Das ist, wie man sieht, ein doppelseitiger Illusionismus: die psychischen Vorgänge sind unmittelbare Illusionen, die durch die molekularen Gehirnprozesse entstehen, und die Gehirnprozesse sind symbolische Illusionen, die wir uns über die Verknüpfung unserer psychischen Vorgänge machen. Der einzige Unterschied zwischen diesen beiderlei Illusionen besteht darin, daß sich die ersten unwillkürlich und auf natürlichem Wege bilden, während die zweiten willkürlich und künstlich, unter Aufwendung komplizierter Hilfsmittel des Intellekts, hervorgerufen werden.

Ich lasse dahingestellt, wie sich Boltzmann diesen doppelten Illusionismus durchführbar denkt, oder worin nach ihm die Kriterien bestehen sollen, nach denen der einen unter diesen beiden Illusionen der größere Wert beizumessen sei. Er wollte ja offenbar nur Andeutungen einer möglichen Theorie geben, ohne eine nähere Durchführung derselben zu beabsichtigen. Betrachtet man seinen Aufsatz unter diesem Gesichtspunkt, so ist aber ein Doppeltes möglich. Entweder ist es dem berühmten Physiker wirklich Ernst mit seinen Gedanken, oder sie sollen nur eine bittere Ironie sein auf landläufige biologische und psychophysiologische Hypothesen. Sollte das erstere zutreffen, so wäre darüber wohl nichts weiter zu sagen, als daß der Verfasser, nachdem er die Unhaltbarkeit einer energetischen Ableitung des Glücksgefühls mit guten Gründen nachgewiesen hat, nun an ihre Stelle eine ohne allen Zweifel noch unhaltbarere setzt, und daß ihm selbst dieses Verhältnis schwerlich verborgen geblieben wäre, wenn er auch nur den zehnten Teil der »psychischen Energie«, die ihn die Gastheorie und die Prinzipien der Mechanik gekostet haben, den Problemen der Psychologie und Erkenntnistheorie zugewandt hätte. Im übrigen würden seine Ausführungen einen merkwürdigen Beleg für die freilich auch sonst hinreichend bekannte Tatsache bilden, daß jemand auf bestimmten Gebieten ein sehr scharfsinniger und exakter Forscher sein kann, während er sich bei ihm fernerliegenden Problemen mit den oberflächlichsten und widerspruchsvollsten Begriffen zufrieden gibt. Nur wird der Widerspruch in diesem Falle noch durch den Umstand verschärft, daß nach dieser Auffassung die verwickelten Probleme des Lebens und der psychischen Entwicklung offenbar ein reines Kinderspiel sein würden gegenüber den bisher für relativ viel einfacher geltenden Aufgaben der Mechanik. Dieser Widerspruch läßt mich darum vermuten, daß hier die zweite Eventualität zutrifft. Die Ausführungen

Boltzmanns sind, wie ich glaube, gar nicht ernst gemeint, sondern sie sind eine Satire, die um so treffender ist, weil sie sich nach zwei oder eigentlich sogar nach drei ganz verschiedenen Richtungen wendet. Einmal verspottet Boltzmann die energetische Glückstheorie, indem er ihr eine andere gegenüberstellt, die einem davon weit abliegenden Gebiete viel gebrauchter und mißbrauchter naturwissenschaftlicher Allgemeinbegriffe entlehnt ist. Sodann aber ergreift er diese Gelegenheit, um die bekannten biologischen Theorien, die aus Vererbung und Anpassung alles erklären wollen, ohne diese Begriffe selbst im allergeringsten erklären zu können, lächerlich zu machen. Und daneben fällt endlich drittens noch ein ironisches Streiflicht auf jene Richtung des modernen naturwissenschaftlichen Skeptizismus, die zuerst die gesamten Naturerscheinungen in Illusionen auflöst, um dann die Aufgabe der Naturerklärung darin zu sehen, daß diesen Illusionen ein System passend gewählter, aber gänzlich willkürlicher Symbole substituiert wird. Wie es sich nun aber damit auch verhalten mag, ob der besprochene Artikel ernsthaft oder ironisch gemeint ist, in beiden Fällen scheinen mir diese Äußerungen eines so hervorragenden Naturforschers bedeutsam genug zu sein, um sie der Aufmerksamkeit der Philosophen und Psychologen als ein bemerkenswertes Zeugnis für den Zustand der gegenwärtigen Naturphilosophie und für deren Stellung zu den psychologischen Aufgaben zu empfehlen.

W. Wundt.

Reaktionen auf Schalleindrücke, nach der Methode der Häufigkeitskurven bearbeitet.

Von

Robert Bergemann.

Mit 21 Figuren im Text.

Einleitung.

Die Anregung zu den im folgenden mitzuteilenden Versuchen hat eine Kritik der Alexieffschen Arbeit »Über Reaktionsversuche bei Durchgangsbeobachtungen«[1]) gegeben. Ein kurzes Vorwort möge über das Thema der vorliegenden Arbeit Aufschluß geben.

Fassen wir dasjenige zusammen, was in der ein ganz anderes Ziel verfolgenden Alexieffschen Abhandlung für uns von Wichtigkeit ist. Hier haben wir zunächst auf seine Kritik der früheren Methoden für die Verwertung der Versuchsergebnisse hinzuweisen. Bisher berechnete man meistens, um die Zeitdauer einer Reaktion festzustellen, aus einer noch nicht einmal sehr ausgedehnten Reihe von etwa n Versuchen das arithmetische Mittel M; der so erhaltene Zeitwert wurde als wahre Reaktionsdauer betrachtet und als Prüfstein für seine Berechtigung nur noch die mittlere Variation zwischen den erhaltenen Einzelwerten a, b, c . . ., also der Wert des Ausdruckes

$$\frac{abs\,(M-a)+abs\,(M-b)+abs\,(M-c)+\ldots}{n}$$

beigesetzt. Mit Recht führt Alexieff gegen diese Methode an, daß sie eine Ausgleichung vornehme, die uns die wirklichen Resultate nur

[1]) Philos. Stud. XVI, S. 15 ff.

korrigiert darstelle. Die erhaltene mittlere Zeit falle keineswegs immer mit der wirklich bevorzugten Zeit zusammen. Häufig würden innerhalb derselben Versuchsreihe zwei Zeiten bevorzugt, z. B. 100^{σ} und 200^{σ}. Das arithmetische Mittel ergebe dann als wahre Reaktionsdauer etwa 150^{σ}, d. h. eine Zeit, die in der betreffenden Versuchsreihe vielleicht sehr wenig oder gar nicht beobachtet wurde.

Mit glücklichem Griff wählte nun Alexieff für seine eigenen Untersuchungen die bekannte statistische Methode nach der Häufigkeit der Fälle, wie sie in der Physiol. Psych., 5. Aufl. III, S. 417 von Wundt kurz angegeben ist. Auf einer Abszissenachse waren hundertstel Sekunden, d. h. Strecken von 10^{σ} zu 10^{σ}, aufgetragen. In jedem der auf diese Weise erhaltenen Punkte wurde die Ordinate errichtet, und auf dieser wurden so viel mal 1,5 mm abgetragen, wie die betreffende Reaktionszeit sich bei den Versuchen ergeben hatte. Die Endpunkte der Ordinaten wurden durch einen fortlaufenden Linienzug miteinander verbunden. Die so gewonnene Häufigkeitskurve lieferte ein anschauliches Bild der Versuchsergebnisse.

Alexieff hat nun sein Augenmerk auf drei verschiedene Reaktionsweisen gerichtet, auf die natürliche, die verkürzte (muskuläre) und die verlängerte (sensorielle), die er in der genannten Reihenfolge einüben ließ. Die drei Kurvenformen, die sich bei fast allen Versuchspersonen ergaben, wiesen nun höchst bemerkenswerte Unterschiede auf, die, wie nebenbei hervorgehoben sei, nach der früheren Methode des arithmetischen Mittels nie gefunden worden wären. Am regelmäßigsten waren die Kurvenbilder der verkürzten Reaktionen. Fast keine Schwankungen sind zu sehen (s. bei Alexieff Fig. 1 *A*). Die Kurve steigt geradlinig zu einem Maximum auf und fällt ebenso wieder ab. Weit öfter finden sich Unstetigkeiten bei den Kurven für die natürliche Reaktionsweise (Fig. 1 *B*); in der Regel zeigen sie nicht bloß eine einzige Spitze, sondern leise Andeutungen einer zweiten. Bei den verlängerten Reaktionen endlich (Fig. 1 *C*) sind zwei Spitzen, unter Umständen auch mehr, das Gewöhnliche.

Die Deutungen, die Alexieff auf Seite 38 für diese auffallenden Abweichungen der Kurven gibt, fordern in einigen Punkten die Kritik heraus. Die ersten drei von den a. a. O. hingestellten Resultaten erscheinen durch die betreffenden Versuche hinreichend gestützt. Bedenklich dagegen ist das vierte: »Je eindeutiger die Aufmerksamkeit

während des Reaktionsvorganges gerichtet ist, desto konstanter fallen die Resultate aus. Je mehr psychische Prozesse eingehen, desto schwankender werden sie bei einer und derselben Person. So sind bei den verkürzten Reaktionen, bei denen die Aufmerksamkeit die eindeutigste und bestimmteste Richtung, nämlich auf das Ende des Vorganges, hat, fast gar keine Schwankungen vorhanden. Dagegen sind sie bei den verlängerten Reaktionen, bei denen die Aufmerksamkeit mehr auf die Auffassung des Sinneseindrucks gerichtet ist, bei denen sich also alle psychischen Prozesse möglichst vollständig gestalten, am deutlichsten zu sehen.« Setze ich hierzu noch die Stellen S. 35 Zeile 3 ff. und S. 37 Zeile 6 von unten ff., so geht aus alledem hervor, daß Alexieff diese Schwankungen der Kurve geradezu als wesentliches Merkmal der verlängerten Reaktionen ansieht.

Hiergegen ist zu bemerken, daß die geringe Anzahl der Versuche, 150 von jeder Sorte, diese Ansicht keineswegs hinreichend verbürgt. Die Schwankungen der Kurve konnten vielmehr auch von einem Mangel an Übung bei den Versuchspersonen herrühren. Alexieff sagt selbst, daß die Einübung der verlängerten Reaktionsweise meist weit schwieriger war als die der verkürzten. Erst »nach großer Übung« erreichte er »eine gewisse Konstanz der Resultate« (S. 34 Mitte). Der Begriff der großen Übung ist aber sehr dehnbar. Hier kommt es nicht darauf an, zu wissen, daß die Übung groß war, sondern daß sie groß genug war. Hierfür bleibt Alexieff den Beweis schuldig. Er muß ihn schuldig bleiben, weil es ein sicheres Kriterium dafür, wann die Einübung vollendet ist, gar nicht gibt, wenigstens bei der verlängerten Reaktionsweise nicht. Das Verschwinden von vorzeitigen und Fehlreaktionen ist notwendig, aber noch nicht hinreichend. Denn es zeigt nur an, daß die untere Zeitgrenze der sensoriellen Reaktion nicht mehr überschritten wird. Der Versuchsleiter muß sich aber doch auch auf fehlerhaft, d. h. übermäßig verlängerte sensorielle Reaktionen gefaßt machen. Was sind fehlerhaft verlängerte Reaktionen? Kann man von solchen überhaupt reden? Natürlich sind es auch sensorielle Reaktionen, und daher könnte jemand behaupten, man dürfe sie nicht als fehlerhaft verlängert bezeichnen, sondern müsse sie in die Reihe der übrigen als gleichberechtigt aufnehmen. Dem gegenüber bemerke ich, daß sie zumeist nur im Anfang auftreten, und im Vergleich zu den übrigen Versuchen in der Minderzahl.

Sie stellen doch eben immer einen ungewöhnlichen Zustand der Aufmerksamkeit dar; man wird sagen können, die Aufmerksamkeit ist noch nicht genügend geschult, in möglichst kurzer Zeit den Sinneseindruck zu apperzipieren und die Handbewegung auszulösen. Also wird man berechtigt sein, die Einübung erst dann für vollendet zu halten, wenn solche Reaktionen verschwunden sind. Diesen Zeitpunkt kann man aber nicht feststellen, weil man nicht sagen kann, bei welchem Zeitwerte sie anfangen. Daher bleibt nur übrig, sie in die Beobachtungsreihe mit aufzunehmen und erst später auszuschalten.

Für Alexieff ist dieses Resultat von verhältnismäßig untergeordneter Bedeutung. Es ergab sich ihm nebenher, bei Gelegenheit von Versuchen, die ihm für sein Hauptziel, die Durchgangsbeobachtungen, gewissermaßen die normalen Verhältnisse zeigen, also einen Maßstab liefern sollten. Löst man das Resultat jedoch aus dieser Unterordnung heraus, so erkennt man erst seine eminente Wichtigkeit. In der Tat, die Behauptung, daß eine mehrzackige Kurve das charakteristische Bild der sensoriellen Reaktion sei, ist geeignet, die Existenz dieser Reaktionsweise als einer besonderen, eindeutigen Form in Zweifel zu ziehen, wodurch wiederum auch die Richtigkeit der Heraushebung der gegensätzlichen Form, der muskulären, mit bedroht sein würde. Meine Untersuchungen steckten sich daher das Ziel, festzustellen, ob unter Voraussetzung hinreichender Übung für jede der bisher unterschiedenen Reaktionsweisen eine eingipflige, also nur einer Deutung fähige Kurve als Charakteristikum erreicht werden kann. War dies als Hauptpunkt festgestellt, so war die Wahl des Sinnesgebiets, in dem die Untersuchung stattfand, eine Opportunitätsfrage. Es war ein Gebot der Klugheit, die Sache erst einmal auf dem Gebiete klarzustellen, das für die Reaktionsversuche das günstigste ist, nämlich auf dem Gebiete des Gehörssinnes. Hier sind ja die physiologischen Bedingungen der Sinnesreizung viel einfacher als bei den Spaltpendelbeobachtungen Alexieffs, wo die begleitenden Umstände, z. B. die Helligkeitsunterschiede an verschiedenen Versuchstagen, Schwankungen der Reaktionszeiten viel leichter herbeiführen können. Ich wählte also Reaktionen auf Schalleindrücke, die ich in der folgenden Weise vornahm.

Einrichtung der Versuche.

Es standen mir zwei, in der Luftlinie etwa 15 m voneinander entfernte Zimmer *A* und *B* des psychologischen Instituts der Universität Leipzig zur Verfügung. In *A* (Fig. 1), in dem ich arbeitete, befanden

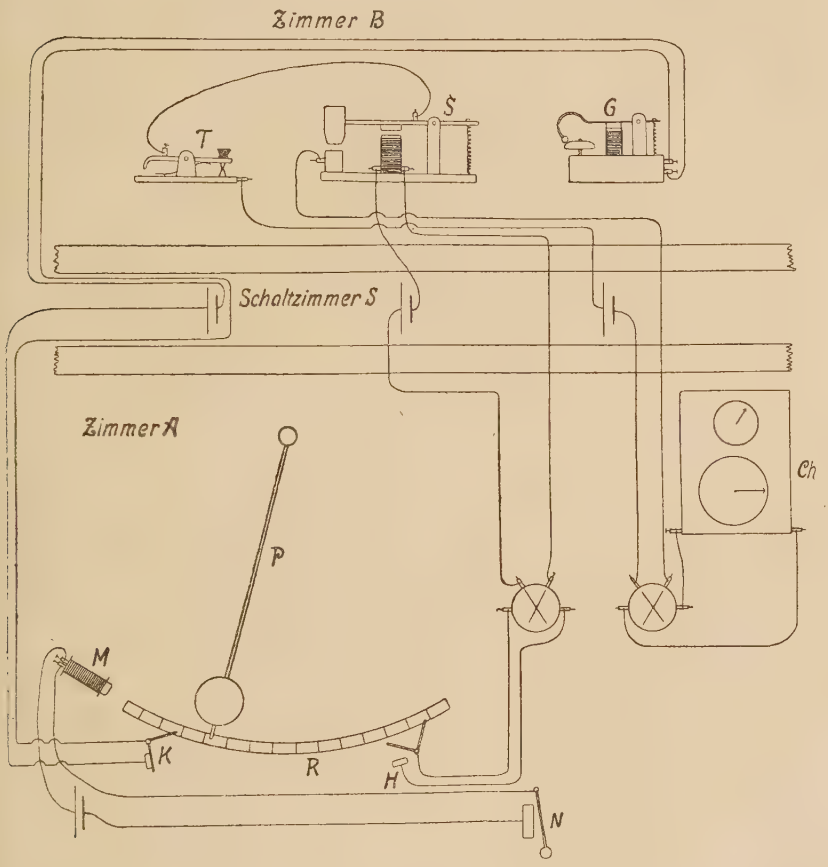


Fig. 1.

sich der Stromschlüssel *K* für die Signalklingel, derjenige *H* für den Schallhammer und ein Hippsches Chronoskop *Ch* von der neueren Art[1]), das so eingestellt war, daß sich die Zeiger bei Stromschluß bewegten. Zwei Stromwender zur Vermeidung von Dauermagnetis-

[1]) Wundt, Phys. Psych., 5. Aufl. III, S. 391 ff.

mus und ein Rheochord (in die Figur nicht mit aufgenommen) im Uhrstrom zur Abstufung der Stromstärke vervollständigten in bekannter Weise die Einrichtung. Im Zimmer *B* saß der Reagent. Es enthielt die hinter einem Schirm stehende, für den Reagenten unsichtbare Signalklingel *G*, deren Klöppel bei Stromschluß an die Glocke angezogen und festgehalten wurde, so daß die Klingel nur einen kurzen, nicht nachhallenden Schlag gab. Vor dem Reagenten, für ihn ebenfalls unsichtbar, stand der Schallhammer *S*. Sein Stiel wurde bei Stromschluß elektromagnetisch nach unten gezogen und festgehalten. Dadurch schlug die Hammerspitze auf einen kleinen darunter stehenden Amboß auf, und dies gab einen gut vernehmlichen, mittelstarken Schlag, der infolge der Bauart des Hammers, welcher auf einer Filzunterlage stand, und dessen Stiel mit Watte bewickelt war, rasch gedämpft wurde. Durch Veränderung der Fallhöhe des Hammers war die Schallstärke variabel; doch habe ich nur mit einer Stärke gearbeitet, die als die bequemste ausprobiert worden war. Endlich befand sich in dem Zimmer noch der Reaktionstaster *T*, der in der üblichen Weise in die Leitung des Chronoskops eingeschaltet war.

Bei der Zusammenstellung der Apparate legte ich Wert darauf, die Zeit zwischen dem Ertönen der Signalklingel und dem Aufschlagen des Schallhammers, die Vorbereitungszeit, möglichst konstant zu erhalten. Zu diesem Zwecke ließ ich, ähnlich wie schon Lange, die betreffenden Ströme durch ein schwingendes Pendel schließen[1]). Das schwere Stahlpendel *P* wurde zunächst durch den Elektromagneten *M*, der durch einen bei *N* zu schließenden Strom gespeist wurde, angehalten. Öffnete man bei *N*, so fiel das Pendel herab. Auf seinem Wege längs des Holzbogens *R* traf es den Hebel bei *K*, der, mit dem einen Stromende bereits verbunden, durch Einschnappen einer Feder fest an das andere Ende des Stromes gedrückt wurde und diesen schloß, so daß im Zimmer *B* die Klingel ertönte. Auf seinem weiteren Wege traf dann das Pendel den ganz ähnlich eingerichteten Schlüssel *H*, durch dessen Schluß der Schallhammer in Bewegung gesetzt wurde. Die Zeit des Schwingens zwischen *K* und *H* wurde besonders mittels des Chronoskops gemessen. *H* war längs *R* leicht

[1]) Lange, Neue Experimente über den Vorgang der einfachen Reaktion auf Sinnesreize. Philos. Stud. IV, S. 484.

verschiebbar; die verschiedenen daraus resultierenden Vorbereitungszeiten waren auf dem Bogen *R* aufgetragen; doch habe ich die eine oder andere nur gelegentlich zu Vexierversuchen benutzt. Sonst machte ich die Versuche mit der von Alexieff und andern ausprobierten und auch von mir als günstig gefundenen Vorbereitungszeit von $1^1/_2$ Sek. Da das Pendel hierzu nicht langsam genug schwang, ließ ich den Strom bei *H* erst auf dem Rückschwunge schließen.

Ich bemerke noch, daß alle Ströme sehr sorgfältig konstant gehalten wurden. Es standen mir in dem Zimmer *S* für das Chronoskop eine große Anzahl Meidingersche Elemente zur Verfügung, die ich in sehr mannigfaltiger Weise parallel und hintereinander schalten konnte, so daß die Klemmenspannung immer dieselbe war, außerdem für die Hilfsapparate *M* und *G* Akkumulatoren. Der Gang der Uhr wurde stets zu Anfang und am Ende einer Versuchsreihe mittels des großen Kontrollhammers[1]) (in die Figur nicht mit aufgenommen) geprüft, zweimal übrigens auch während der ganzen Dauer der Versuche mit dem großen Chronographen[2]) verglichen.

Ein Versuch gestaltete sich nun folgendermaßen. Ich öffnete bei *N*, das Pendel fiel, der Kontakt bei *K* schloß sich, und die Signalklingel ertönte. Der Reagent drückte den Taster nieder, während ich gleichzeitig das Gehwerk des Chronoskops in Bewegung setzte. Nun schloß sich der Hammerkontakt; der Hammer fiel auf den Amboß, schloß dadurch den Uhrstrom, die Zeiger liefen, bis der Uhrstrom von der Versuchsperson beim Reaktionstaster durch Aufheben der Hand wieder geöffnet wurde. Nun wurde die Uhr arretiert, der Zeigerstand abgelesen und in das Protokoll eingetragen; dann legte ich die beiden Stromwender um und bereitete den nächsten Versuch vor, während der Reagent durch kurze verabredete Zeichen rasch seine Meinung über das Gelingen oder Mißlingen des Versuches notierte. Die Versuche folgten also mit kurzen Pausen aufeinander. Nach 19 bis 20 Versuchen trat eine längere Pause ein, in der die Uhr aufgezogen wurde. Auf diese Weise brachte ich es bis auf 60—80 Versuche in reichlich 30 Minuten. Dies schnelle Arbeiten empfanden die Versuchspersonen als angenehmer, weil abwechslungsreicher. Infolgedessen

---

[1]) Phys. Psych.[5] III S. 397.
[2]) Phys. Psych.[5] III S. 406.

war ihre Aufmerksamkeit reger und vor allem, wie die Versuche bewiesen, konstanter. Erst nach etwa 60 Versuchen begannen Ermüdungserscheinungen, so daß ich in der Regel nicht über diese Zahl hinausging.

Die Methode.

Da meine Versuche die Alexieffschen Resultate nachprüfen sollten, so war natürlich im großen und ganzen die Methode für mich von vornherein gegeben, nämlich die statistische nach der Häufigkeit der Fälle. Jedoch habe ich mich bestrebt, diese Methode noch straffer, objektiver zu gestalten, als Alexieff es getan hatte, nichts in die Resultate hineinzutragen, was nicht schon in ihnen lag, und mit Korrektionen äußerst vorsichtig zu sein. Mein Hauptaugenmerk habe ich dabei stets auf die Gewinnung einer objektiven, einwandfreien Kurve gelegt. Kurvenbilder haben etwas so Bestechendes, Zwingendes an sich, prägen sich durch ihre Anschaulichkeit dem Gedächtnis so ein, daß sie Schaden anrichten können, wenn gegen ihre Richtigkeit auch nur das geringste Bedenken vorhanden ist. Gegen die Alexieffschen Kurven läßt sich aber das Folgende bemerken. Sie liefern nicht das ursprüngliche Bild der Resultate, sondern ein durch Ausgleichung gewonnenes. Die ursprünglichen Protokolle, die »Urliste«, hat Alexieff nicht veröffentlicht. Er hat sich dann das ganze Gebiet von Zeitgrößen t_o bis t_n, welche in einer Versuchsreihe beobachtet worden waren, in eine Anzahl ungefähr gleich großer Zeitstrecken t_0 bis t_1, t_1 bis t_2, t_2 bis t_3 . . . geteilt, die dadurch ausgezeichnet waren, daß sich in ihnen die einzelnen Zeiten nach der Häufigkeit ihres Vorkommens zwanglos um eine gewisse mittlere gruppierten. Diese mittlere wurde dann als allein beobachtet tabelliert, und alle innerhalb dieser Zeitstrecke fallenden Versuche wurden für sie gezählt. Die durch diese erste Ausgleichung sich ergebenden Tabellen hat Alexieff veröffentlicht. Um ein Beispiel anzuführen, setze ich die Tabelle III (Förster) hierher. Die oberen Zahlen bezeichnen den Mittelwert der erwähnten einzelnen Zeitstrecken, die unteren Zahlen die durch die Ausgleichung erhaltene Häufigkeit seines Vorkommens.

153	185	195	205	213,3	223	235	243	255	263,5	274	284,3	291
2	5	9	14	15	24	14	26	17	10	8	2	1

Seine Kurven hat Alexieff aber auch nach diesen Tabellen nicht gezeichnet, sondern zunächst noch eine zweite Ausgleichung vorgenommen. Da er nur von 10^{σ} zu 10^{σ} eine Ordinate errichtete, so schob er die zur Abszisse 153^{σ} gehörende Ordinate nach links zu der Abszisse 150^{σ}, die zu 185^{σ} gehörende zur Abszisse 180^{σ} usw. Dadurch verschiebt sich aber die ganze Kurve nach links, und man liest aus ihr als am häufigsten beobachtet kleinere Zeiten ab. Gleichzeitig ändert sich ein wenig der Duktus der Kurve. Denn da die erste Ordinate um 3^{σ}, die zweite aber z. B. um 5^{σ} verschoben wird, so ist die gezeichnete Kurve der aus den Tabellen sich ergebenden keineswegs durchweg parallel. Und das ist das Bedenkliche dieser zweiten Ausgleichung. Die Veränderungen werden nicht ins Gewicht fallen, wenn die Verschiebungsgröße bei allen Ordinaten die nämliche ist, und das wird der Fall sein, wenn die tabellierten Mittelwerte, d. h. die oberen Zahlen in der angeführten Tabelle, in denselben Distanzen fortschreiten wie die Abszissen, also von 10^{σ} zu 10^{σ}. Das tun sie aber, wie man sieht, nur ungefähr, und daß sie es wenigstens ungefähr tun, halte ich noch dazu für einen reinen Zufall. Nach meinen Urlisten ergeben sich die Mittelwerte durchaus nicht immer in so regelmäßigen Intervallen, ohne daß dem objektiven Fortschritt der Zahlen Zwang angetan wird. Daher stellte ich mir als erste Forderung, keine Verschiebung der Ordinaten vorzunehmen, sondern sie bei den Abszissen zu lassen, zu denen sie nach den Tabellen gehören.

Zugleich mit dieser drängte sich eine andere Forderung von selbst auf. Die Zerlegung der ganzen beobachteten Zeitstrecke t_o bis t_n in einzelne Strecken, deren Mittelwerte nur tabelliert wurden, hat den großen Vorzug, daß sie die Rechen- und Zeichenarbeit, die bei Berücksichtigung jedes einzelnen Zeitwertes an der ihm zukommenden Stelle erforderlich wäre, verringert. Einen großen Teil dieser Mehrarbeit hatte ich mir bereits durch Annahme der erwähnten ersten Forderung aufgebürdet. Denn da ich die Mittelwerte nicht verschieben, sondern jeden an seiner gehörigen Stelle berücksichtigen wollte, mußte ich z. B. die Abszisse 152^{σ} ebenso wie die 185^{σ} usw. abstecken; d. h. ich konnte nicht wie Alexieff 10^{σ} als Abszisseneinheit wählen, sondern mußte 1^{σ} nehmen. Geschah das aber, warum sollte ich da erst noch das ganze beobachtete Zeitgebiet in Einzelstrecken zerlegen

und nur deren Mittelwerte verwenden? Viel näher lag dann ja, die Sache ganz genau zu machen und von 1^{σ} zu 1^{σ} die Häufigkeitsordinate zu errichten. Doch war die Frage damit nicht abgetan, sie führte vielmehr zu weiteren Überlegungen, die ich der besseren Übersicht halber im folgenden Abschnitt besonders hinstelle.

Die Wahl der Abszissenschritte.

Die Festsetzung von 1^{σ} als Abszisseneinheit bringt einen großen Nachteil mit sich. Die Kurve wird zu zackig und uneben. Das entspricht ja natürlich den Beobachtungen; allein dieses Maß der Darstellungstreue ist überflüssig, ja irreführend. Für uns z. B. überflüssig, denn es kam ja bei den Versuchen nur auf den allgemeinen Duktus der Kurven an, nicht auf die kleinen Unebenheiten, die die Übersicht über das Kurvenbild nur erschweren, indem sie das Auge an sich festheften. Aber auch irreführend: denn man ist geneigt, einer Kurve mit vielen Unstetigkeiten im einzelnen nicht die Bedeutung und die Sicherheit zuzusprechen, die sie trotz alledem besitzt. Eine glatte Kurve ist vertrauenerweckender. Ich setze eine solche Kurve mit der Abszisseneinheit von 1^{σ} mit ihrer Tabelle aus meinen Listen her. Ihre Herkunft und psychophysische Bedeutung ist hier gleichgültig.

B.-G. 71^{σ}—170^{σ}, Absz.-Schr. 1^{σ}.[1])

0	3	2	2	3	1	1	5	4	1	2	7	3	10	3	1
5	3	8	8	13	9	8	7	20	8	18	14	11	17	17	20
11	14	18	17	19	29	19	23	22	19	27	23	35	22	20	23
24	36	28	27	21	19	25	16	27	22	20	23	19	14	16	11
14	13	14	19	9	14	11	8	10	13	9	6	8	8	8	11
6	8	3	14	7	6	6	3	4	5	2	4	2	1	6	4
5	0	2	2												

Faßt man jede Zahl in dieser Tabelle als Länge in Millimetern auf, so zeigt die betreffende Kurve das Bild in Fig. 2.

Ähnlich sehen fast alle Kurven mit 1^{σ} als Abszisseneinheit aus. Der störende Einfluß der einzelnen Zacken springt in die Augen. Warum sich aber stören lassen, wenn die einzelnen Zacken gar nicht

[1]) In dieser wie in allen späteren Listen bezeichne ich mit B.-G. das Beobachtungsgebiet, mit Absz.-Schr. die Länge des Abszissenschritts. Es bedeutet also hier z. B. die erste der angeführten Zahlen 0 die Anzahl der für die Zeit 71^{σ} beobachteten Reaktionen, die nächste 3 die Anzahl der für 72^{σ} beobachteten usw.

notwendig zum Bilde gehören, ja höchstwahrscheinlich nicht einmal den objektiven Tatbestand darstellen? Daß auf 96^{σ} nur 8 Versuche gefallen sind, auf die beiden benachbarten aber 20 und 18, ist doch der reine Zufall. Dafür kann man nicht den psychischen Reaktionsvorgang verantwortlich machen. Wer weiß, an welch kleinen Apparatfehlern oder sonstwelchen äußeren oder inneren Zufälligkeiten das gelegen hat? Nachdem dies festgestellt, kam es nun darauf an, jene Zufälligkeiten auszugleichen, den Linienzug der Kurven zu glätten.

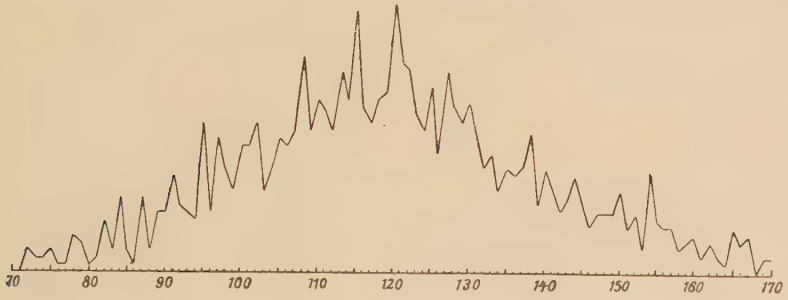


Fig. 2.

Das kann einfach rechnerisch geschehen in der folgenden Weise. Die Zacken rühren von zufälligen Fehlern her. Jede Bestimmung, jedes gefundene σ, etwa die Reaktionszeit 154^{σ}, ist mit einem wahrscheinlichen Fehler behaftet; man wird nicht mit absoluter Sicherheit sagen können, die Reaktionszeit müsse zu der Abszisse 154^{σ} gestellt werden, sondern man wird ihr nach links und rechts einen Spielraum zugestehen müssen von der Größe des wahrscheinlichen Fehlers. Will man diesen mit berücksichtigen, so liegt daher nahe, das Doppelte des erwähnten Spielraums als Abszisseneinheit aufzutragen, nur in der Mitte jedes solchen Schrittes eine Ordinate zu errichten und alle innerhalb dieses Schrittes fallenden Reaktionszeiten nur für diese eine Ordinate zu zählen. Dadurch werden die zufälligen Fehler und damit die Zacken der Kurve verschwinden.

Meist wird es jedoch praktischer sein, durch Ausprobieren die unausgeglichenen Zufälligkeiten zum Verschwinden zu bringen. Eine Methode hierfür hat Fechner in seiner nachgelassenen Kollektivmaßlehre vorgeschlagen: man vergrößert die ursprüngliche Abszisseneinheit unter gleichzeitigem Zusammenlegen der primären Häufigkeits-

zahlen so lange, bis die gröbsten Zacken eben verschwinden. Aus den ursprünglichen Tabellen werden dabei die reduzierten Verteilungstafeln Fechners. Bei dieser Methode gibt es jedoch zu bedenken, daß es zufällige und notwendige Zacken gibt. Gerade bei unserem Thema handelt es sich ja darum, ob gewisse Zacken für die Kurven der sensoriellen Reaktion charakteristisch sind oder nicht. Da heißt es

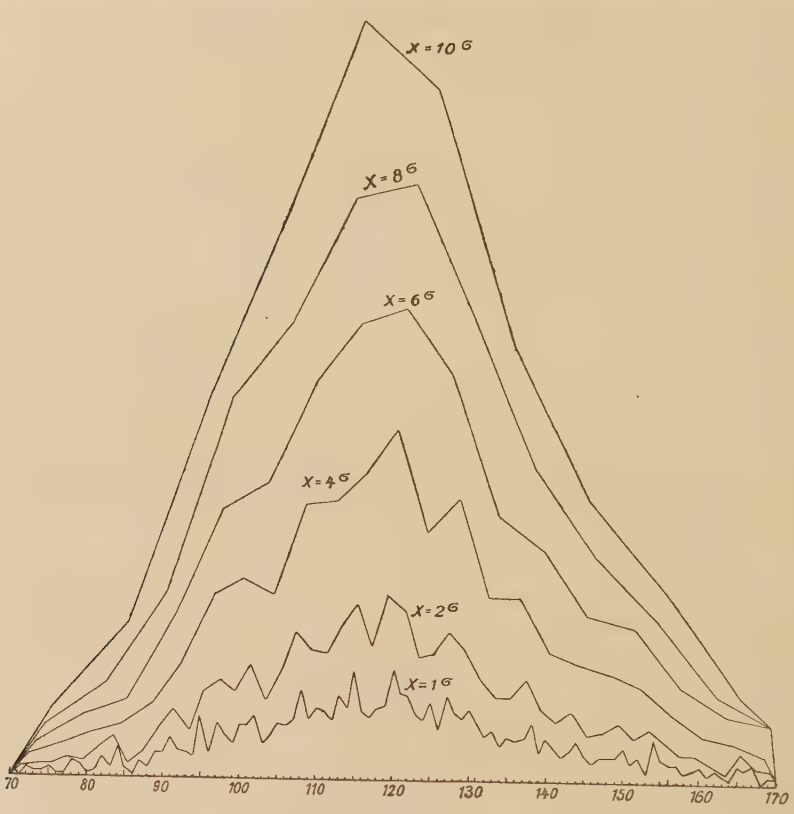


Fig. 3.

denn, mit der Vergrößerung der Abszisseneinheit nicht zu weit zu gehen, damit nicht etwa auch die notwendigen Zacken mit abgeschliffen werden. Wo die Grenze liegt, bis zu der man unbedenklich gehen kann, das läßt sich, wenn man es eben nicht in der oben angedeuteten Weise ausrechnen will, von vornherein nicht angeben. In Fig. 3 zeige ich, um diese Frage zu untersuchen, sechs verschiedene Kurven, die sich dadurch unterscheiden, daß die Abszisseneinheit

allemal um 2^{σ} zunimmt. Entstanden sind diese Kurven aus der in Fig. 2 reproduzierten. Da aber durch das Zusammenlegen der Ordinaten die Kurve unnötig groß geworden wäre, so habe ich eine kleinere Ordinateneinheit genommen, indem ich die primären Ordinaten mit 0,4 multiplizierte. Die verschiedenen Kurven sehen dann aus wie die Fig. 3.

Aus dieser Übersicht wird man ersehen, daß man höchstens 4^{σ} als Abszisseneinheit wählen darf, wenn man nicht Gefahr laufen will, charakteristische Einzelheiten der Ursprungskurve zu verwischen. Aus diesem Grunde habe ich für meine Kurven immer von 4^{σ} zu 4^{σ} eine Ordinate errichtet und die ausfallenden in die restierenden mit aufgenommen.

Das Verhältnis der Abszisseneinheit zur Ordinateneinheit.

Vor der endgültigen Festlegung der Methode der Kurvengewinnung halte ich die Erörterung noch eines Punktes für wichtig, nämlich die Feststellung des Verhältnisses der Abszisseneinheit zur Ordinateneinheit. Je nach Wahl dieses Verhältnisses V erhält man offenbar ganz verschiedene Kurvenbilder. Man sehe sich z. B. die Kurve Fig. 2 an, in der $V = 1 : 1$ ist, und die unterste durch $x = 1^{\sigma}$ gekennzeichnete Kurve Fig. 3, die aus derselben Tabelle gewonnen ist, bei der aber $V = 1 : 0{,}4$, also größer ist. Ebenso ist ohne weiteres klar, daß ich wiederum ein gänzlich anderes Bild bekommen werde, wenn ich das Verhältnis sehr verkleinere, z. B. etwa auf der x-Achse immer je 1 mm, auf der Ordinatenachse jedoch je 3 mm fortschreite. Halten wir z. B. die Entfernung der Ordinatenfußpunkte = 1 mm fest und lassen den Nenner des Verhältnisses V von einem beliebigen Werte < 1 allmählich wachsen. Das geschieht, indem wir die primären Ordinaten erst mit echten Brüchen multiplizieren, schließlich aber verzwei-, -drei-, -vierfachen usw. Die ersten der auf diese Weise sich ergebenden Kurven werden zur Veranschaulichung der Ergebnisse gänzlich unbrauchbar sein. Denn wegen der geringen Höhe der Ordinaten werden die Höhenunterschiede gar nicht ins Auge fallen. Ebenso halte ich aber auch die sehr in die Höhe gehenden Kurven für keine adäquate Wiedergabe der Resultate. Die hohen Ordinaten in der Kurve ziehen die Aufmerksamkeit so auf sich, d. h. auf das Maximum der Kurve, daß die Ordinaten am Anfang und am Ende

nicht hinreichend zum Bewußtsein kommen. Der Blick bleibt am Maximum hängen. Das Verhältnis der mittleren Ordinaten zu den Anfangs- und Endordinaten ist zuungunsten der letzteren geändert worden. Das liegt in der Hauptsache daran, daß durch die Erhöhung der primären Ordinaten auf das Doppelte, Dreifache usw. die dann fast durchweg nach oben gerichteten und bedeutend länger gewordenen Verbindungslinien der Ordinatenendpunkte einen erheblich größeren Einfluß auf das Kurvenbild erhalten, als ihnen zugestanden werden darf. Das bezieht sich natürlich nur auf das Anschauen der Kurve. Eindringendes Studium des Verlaufs der Kurve an der Hand der Tabellen würde das Bild wieder einigermaßen richtigstellen. Man würde dann sehen, daß auch auf die Anfangs- und Endzeiten eine beträchtliche Zahl von Versuchen gefallen ist. Aber ich meine, Kurven sollen dem Beschauer auf den ersten Blick die richtige Kenntnis vermitteln, die er sonst erst durch mühsames Studium langer Zahlenreihen erlangt; sie müssen sich zu diesen verhalten wie die Photographie einer Landschaft zur Beschreibung derselben. Daher müssen auch meiner Ansicht nach solche Erwägungen wie die gegenwärtige über den Wert des Verhältnisses V stets angestellt werden.

In der Reihe der Kurvenbilder, die wir uns in der angedeuteten Weise durch Veränderung von V hergestellt gedacht haben, wird nun eins existieren, das gewissermaßen das wahre, in keiner Weise verzerrte Bild der Versuchsergebnisse ist. Für welchen Wert von V das gelten wird, kann man von vornherein nicht sagen. Zunächst wird zur Entscheidung über diese Frage die Wertschätzung der Mengenunterschiede, d. h. der Ordinatendifferenzen, in Betracht kommen. Spielt z. B. bei irgendeiner Beobachtungsreihe eine wenn auch nur geringe Anhäufung um eine gewisse Abszisse eine große Rolle, so wird man diesen Unterschied in den Ordinatenhöhen stärker herausarbeiten, indem man diese proportional vergrößert, d. h. V klein annimmt. Häufig wird es naheliegen, $V = 1$ anzunehmen, das hieße in unserem Falle, wenn wir von 1^{σ} zu 1^{σ} um 1 mm fortschreiten, jeden beobachteten Fall auch auf der betreffenden Ordinate als 1 mm auftragen. So ist z. B. die Kurve Fig. 2 gezeichnet. Faßt man ferner mehrere σ zusammen, indem man z. B. nur von 4^{σ} zu 4^{σ} Ordinaten zeichnet, so ist auch der Gesichtspunkt sehr vorteilhaft, diesen Abszissenschritt von $4^{\sigma} = 1$ mm anzunehmen, wiederum aber für jeden

beobachteten Fall 1 mm in die Höhe zu tragen. Für eine solche Kurve wäre dann $V = 0{,}25 : 1$. Ich hielt mich für verpflichtet, bei der Wahl von V auf die Arbeit Alexieffs Rücksicht zu nehmen, damit meine Kurven mit den seinigen vergleichbar seien. Er hat nun $100^{\sigma} = 34$ mm und jeden beobachteten Fall auf der betreffenden Ordinate $= 1{,}5$ mm aufgetragen, das ergibt für V $0{,}34 : 1{,}5 = 0{,}23 : 1$. Mir war es bequemer, $100^{\sigma} = 37{,}5$ mm und den Ordinatenschritt zu 1,75 mm festzusetzen, was $V = 0{,}21 : 1$ ergibt, also die Vergleichung mit Alexieffs Kurven gestattet[1]). Da ich nur von 4^{σ} zu 4^{σ} eine Ordinate zeichnete, wurde der Abszissenschritt $4^{\sigma} = 4 \cdot 0{,}375 = 1{,}5$ mm, was sich leichter abstecken ließ.

Endlich war bei der Zeichnung meiner Kurven noch zu bedenken, daß ich mit den verschiedenen Versuchspersonen verschieden viel Versuche angestellt habe, da sich das eine Mal vielleicht 200—300, ein anderes Mal etwa erst 600—800 Versuche als genügend erwiesen. Das hätte niedrige und hohe Kurven gegeben, die sich schlecht miteinander hätten vergleichen lassen. Daher habe ich alle Beobachtungsreihen auf 150 Versuche reduziert. Hatte ich z. B. für eine Art Versuche 468 Beobachtungen gemacht, so rechnete ich aus, wie groß, an diesen 468 Beobachtungen gemessen, die Ordinaten für 150 Versuche gewesen wären; d. h. ich multiplizierte jede Ordinatenlänge mit 150 : 468. Dadurch erreichte ich, daß meine Kurven untereinander und auch mit den Alexieffschen vergleichbar wurden; denn Alexieff hat ja stets 150 Versuche von einer Sorte angestellt.

Die Versuche.

Über die Frage der verschiedenen Reaktionsweisen ist viel hin und wider geredet worden. Die meisten Anhänger hat die Ansicht, daß sich aus der sogenannten natürlichen Reaktionsweise zwei extreme entwickeln lassen, die muskuläre und die sensorielle, die sich durch die Richtung der Aufmerksamkeit unterscheiden. Die natürliche Reak-

[1]) Freilich ist für eine solche Vergleichung noch zu bemerken, daß Alexieff nur von 10^{σ} zu 10^{σ} eine Ordinate zeichnete und die dazwischen liegenden zusammenlegte. Wo sich eine Nebeneinanderstellung meiner Kurven und der Alexieffschen als nützlich erwies, habe ich diese leicht vorzunehmende Zusammenlegung immer noch ausgeführt.

tionsweise ist die dem betreffenden Beobachter natürliche, d. h. bequeme, angemessene. Sie wird ausgeführt ohne jede Anweisung bezüglich der Richtung der Aufmerksamkeit. Von den extremen Reaktionsweisen erhält man die muskuläre durch Richtung der Aufmerksamkeit auf die auszuführende Bewegung, die sensorielle durch Richtung der Aufmerksamkeit auf den zu erwartenden Sinneseindruck. Die erstere heißt auch die verkürzte; sie ist zweifellos als Reflexbewegung aufzufassen, der die Apperzeption erst nachfolgt. Die für sie erhaltenen Zeiten messen daher hauptsächlich physiologische Vorgänge und sind demnach kurz. In die sensoriellen oder verlängerten Reaktionen gehen aber außer diesen physiologischen Vorgängen auch die Apperzeption des Sinneseindrucks und die Willenserregung für die auszuführende Bewegung mit ein. Die hier gemessenen Zeiten werden also lang sein.

Die natürliche Reaktionsweise.

Von der außerordentlich großen Wahrscheinlichkeit für die Richtigkeit dieser Unterscheidungen hatte ich mich durch eigene Versuche überzeugt, bei denen ich hinreichend Gelegenheit hatte, mich selbst zu beobachten. Im Laufe meiner Untersuchungen wurde ich nun zunächst zu einer möglichst erschöpfenden Beantwortung der Frage gedrängt, was für Reaktionen man zu erwarten habe, wenn man die Versuchsperson natürlich reagieren läßt, und was also die natürliche Reaktion ist. Bisher scheint keine Notwendigkeit zur Untersuchung dieser Fragen vorgelegen zu haben, weil man höchstwahrscheinlich der Meinung war, der Ausdruck erkläre sich von selbst. Lange spricht nicht besonders von der natürlichen Reaktionsweise. Wenn man aber darunter, wie selbstverständlich, die Versuche meint, die man zu allererst mit den Versuchspersonen anstellt, so kann man folgende Bemerkung berücksichtigen, die sich bei ihm findet[1]). Er sagt: »Stellt man verschiedenen psychologisch noch ganz unerfahrenen Individuen die Aufgabe, eine Reihe von Reaktionen auszuführen, und zwar absichtlich, ohne sie zuvor von dem Unterschiede der Reaktionsmethoden etwas wissen zu lassen, so wird der eine zunächst vorwiegend muskuläre, der andere vorwiegend sensorielle Reaktionen zutage

[1]) Philos. Stud. IV, S. 496.

fördern. Mit fortschreitender Praxis dürften allerdings wohl die meisten schließlich der muskulären Reaktionsweise sich nähern, indem sie bei dem Streben nach möglichst schneller Reaktion unbewußterweise das zum Ziel führende Mittel treffen. Welche Reaktionsweise aber jemand von vornherein bevorzugt, das ist wohl Sache des Temperaments. Individuen von hervorragender motorischer Energie werden sogleich nahezu extrem muskulär reagieren, während bedächtige Naturen im allgemeinen mehr zur sensoriellen Reaktionsweise geneigt sind.« Er meint also doch wohl, daß bei der natürlichen Reaktion von vornherein eine Endstufe bevorzugt würde. Doch wird diese Ansicht nur unter allgemeinen Bemerkungen als Versuchserfahrung angeführt und nicht weiter durch Ergebnisse belegt. Für Alexieff[1]) sind natürliche Reaktionen diejenigen, die von jedem Beobachter nach der Auffassung des Sinneseindrucks auf die für ihn bequemste (daher natürlichste) Weise ohne weitere Vorbereitungen in bezug auf die Richtung der Aufmerksamkeit ausgeführt werden. »Daher pflegt der Beobachter«, heißt es weiter, »seine Aufmerksamkeit in gewissem Grade auf den Sinneseindruck zu richten, während er gleichzeitig seine Hand in motorischer Bereitschaft hält.« Danach hätte man eigentlich mittlere Zeiten zu erwarten. Gleich darauf bemerkt aber Alexieff, daß von verschiedenen Personen von vornherein verschiedene Reaktionsweisen bei Anwendung der natürlichen bevorzugt wurden, und er stellt mit Hinweis auf die oben angeführte Bemerkung Langes diesen Gesichtspunkt in den Vordergrund, glaubt auch in seinen Kurven für die Richtigkeit dieser Ansicht hinreichende Belege zu haben. Bei der Untersuchung, ob dies tatsächlich der Fall ist, lege ich den Ton auf das »von vornherein«. Die in Fig. 2 seiner Arbeit abgebildeten Kurven sollen bei einigen Beobachtern (Savescu und Koch) eine Hinneigung zur muskulären, bei ihm selbst zur sensoriellen Reaktionsweise zeigen, während die Kurve von Almy etwa in der Mitte steht. Nun überlege man sich, wie z. B. die Kurve Savescus aussehen müßte, wenn sie nach Lange und Alexieff vorwiegend aus muskulären Reaktionen bestehen sollte. Da Savescus muskuläre Zeit, wie aus Fig. 3[2]) hervorgeht, bei 150$^{\sigma}$ liegt, müßte

[1]) Phil. Stud. XVI, S. 31, Zeile 4 von oben und Zeile 14 von unten.

[2]) der Alexieffschen Arbeit.

auch die Kurve 2 bei dieser Zeit eine Anhäufung zeigen; da aber außerdem auch eine ganze Anzahl mittlerer Zeiten in sie eingeht, dürfte sie dann nach rechts zu nicht steil abfallen, sondern sich in etwas breiterem Zuge allmählich senken, so daß etwa die Figur 4 herauskäme. Statt dessen zeigt die Kurve eine Haupterhebung bei 170$^{\sigma}$, verläuft nach rechts, wie theoretisch verlangt, wobei sie bei 190$^{\sigma}$ einen Buckel macht, und bildet schließlich auch bei 150$^{\sigma}$, Savescus muskulärer Zeit, noch eine nicht zu übersehende Andeutung eines zweiten Maximums aus. Aus diesem Bilde kann man aber doch nur schließen, daß es in der Hauptsache aus mittleren und zum Teil höheren, sensoriellen (Buckel bei 190$^{\sigma}$) Zeiten[1]) besteht, dann aber auch, was die kleine Erhebung bei 150$^{\sigma}$ lehrt, eine ganze Anzahl muskulärer Zeiten enthält. Von »vorwiegend« muskulären Reaktionen kann meiner Meinung nach nicht die Rede sein.

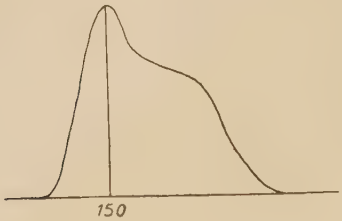


Fig. 4.

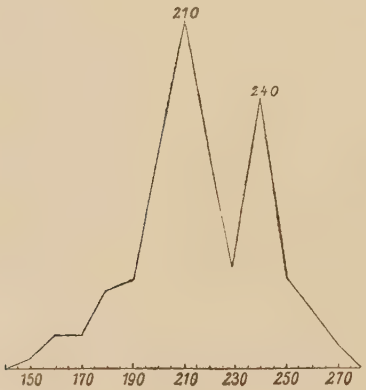


Fig. 4 a.

Ebenso ist Alexieffs Behauptung, daß er selbst bei der natürlichen Reaktionsweise die sensorielle bevorzuge, durch seine Kurven (Fig. 1 seiner Arbeit) ganz und gar nicht gestützt. Seine natürliche Kurve liegt zwischen der muskulären und sensoriellen fast genau in der Mitte, enthält also sicherlich nur mittlere Reaktionsformen, aber keine sensoriellen.

Die Frage, ob von vornherein extreme oder aber ob mittlere Zeiten zutage gefördert werden, konnte dadurch also noch nicht als entschieden betrachtet werden. Ihre Erledigung ist aber deswegen wichtig, weil sie zugleich die Hauptfrage entscheidet, was denn nun

[1]) Savescus sensorielle Kurve hat Alexieff nicht gezeichnet; ich habe sie in Fig. 4 a nach seinen Tabellen zusammengestellt. Sie zeigt als Mittel ein Maximum etwa bei 220$^{\sigma}$.

die natürliche Reaktionsweise ist, ob sie wirklich auch immer die dem Beobachter natürliche, angemessene ist. Nach meinen Versuchsergebnissen hat man bei Beantwortung dieser Fragen zwei Fälle zu unterscheiden.

Stellt man zunächst mit einem psychologischen Neuling, der die Unterschiede zwischen den einzelnen Reaktionsweisen nicht kennt, die ersten Versuche an, so wird er, wie ich aus meinen Versuchen folgern muß, seine Aufmerksamkeit zu einem bestimmten Teil auf den zu erwartenden Sinneseindruck und zum andern Teile auf die Handbewegung richten. Sind die Teile ungefähr gleich, so wird er mittlere Zeiten zutage fördern. Er wird aber bald dahinterkommen, daß es, wenn nicht unmöglich, so doch sicher außerordentlich schwierig ist, seine auf das intensivste gespannte Aufmerksamkeit so zu halbieren; er wird merken, daß es vielmehr bequemer ist, sie nur nach einer Richtung zu beschäftigen, etwa nur auf die Reaktionsbewegung hin. Auch jetzt wird er seine Reaktionsweise mit Recht natürlich nennen. In Wirklichkeit aber wird er zur muskulären übergegangen sein, die ihm eben die bequemere, also die natürliche ist. Ebenso können wir uns denken, daß ein Beobachter, ähnlich unbewußt, zur sensoriellen Reaktion übergeht.

Diese Ansicht ist, wie bemerkt, das Resultat meiner Versuchsergebnisse. Man konnte es nur erhalten, indem man von Anfang an die gelieferten Zeiten, wie sie beim Experiment aufeinander folgten, auf ihre Größe hin untersuchte. Außerdem gehörten dazu unbefangene Beobachter. Diese stehen natürlich nur selten zur Verfügung. Unter meinen Versuchspersonen befand sich ein Herr Ba. (Bader), der mir in psychologischen Versuchen am unbefangensten erschien, da er sich bis dahin meist nur mit Geschichte der Psychologie beschäftigt hatte. Jedenfalls war ihm die Unterscheidung der verschiedenen Reaktionsformen nicht geläufig, und ich ließ ihn absichtlich darüber im unklaren. Als ich die Versuche mit ihm begann, gab ich ihm die Anweisung, ganz so zu reagieren, wie es ihm am angemessensten und natürlichsten erscheine. Die Güte der Reaktion sollte er durch + oder — Zeichen protokollieren und durch verschiedene Größe und Anzahl dieser Zeichen einige Wertabstufungen andeuten, während meine übrigen Versuchspersonen auch die Richtung und Intensität ihrer Aufmerksamkeit notierten. Auf diese Weise habe ich etwa 400 Versuche

in 7 Reihen mit ihm angestellt. Die ersten beiden Reihen (93 Versuche) sind durch die Kurve *a* in Fig. 5 dargestellt, und die weiteren Kurven *b*—*e* zeigen, wie sich das ursprüngliche Bild durch je eine folgende Reihe veränderte. Das Schlußbild der Gesamtversuche findet sich in Fig. 6[1]). Die Fig. *a* zeigt ja nun allerdings auf der muskulären Seite ein starkes Maximum; aber in der Mitte und gegen das sensorielle Ende hin sind auch noch deutlich ausgeprägte Erhebungen. Wie anders sieht dagegen schon die Kurve *b* aus! Die mittleren und höheren Zeiten treten zurück und verschwinden in *c* bis *e* immer mehr, während der nach links abfallende Ast immer weiter nach der muskulären Seite hin übergreift. Daraus, meine ich, ist doch ganz deutlich zu sehen, daß sich die extrem muskuläre Reaktionsform erst nach und nach ausbildete und erst nach einer ganzen Anzahl von Versuchen, vielleicht 100 bis 200, wirklich die vorwiegende wird.

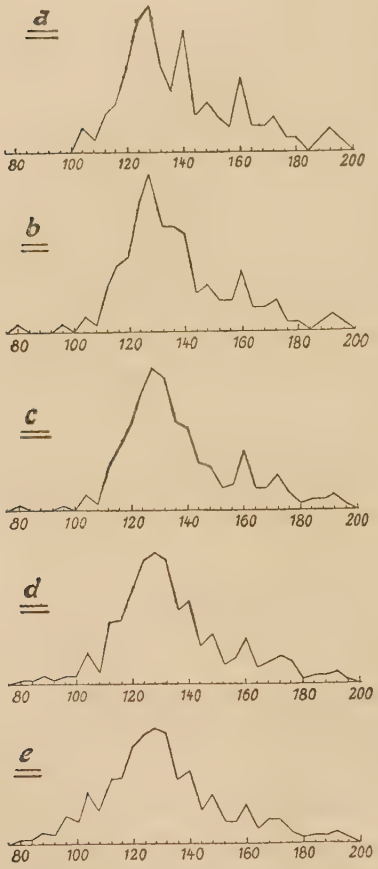


Fig. 5.

Nach diesen Versuchen mit Herrn Ba. glaube ich zu dem Schlusse berechtigt zu sein, daß Personen, die ohne genaue Sachkenntnis und ganz ungeübt Reaktionen ausführen, im Anfange mittlere Zeiten zutage fördern werden, d. h. ihre Aufmerksamkeit zwischen Sinneseindruck und Handbewegung teilen werden, freilich aber nicht mit

[1]) Da es sich hier nicht um absolute Höhen, sondern nur um die Formabweichungen der Kurven *a* bis *e* untereinander handelte, habe ich sie nach einer bequemeren Methode gezeichnet, indem ich jeden Versuch = 1 mm nach oben rechnete, während das Maßverhältnis bei den übrigen Kurven komplizierter ist. Vgl. S. 193.

hinreichender Konstanz. Nach und nach werden sie dann eine Richtung der Aufmerksamkeit bevorzugen und extreme Reaktionen liefern, und zwar temperamentvolle Personen zumeist muskuläre, da sie sich unwillkürlich bestreben werden, so kurz wie möglich zu reagieren, bedächtige aber sensorielle, wie das Lange schon bemerkt.

Wie steht es nun zweitens, wenn man von psychologisch Erfahrenen und guten Selbstbeobachtern natürliche Reaktionen verlangt? Sie werden sich sagen, daß darunter weder extrem muskuläre noch sensorielle gemeint sein können, da ja sonst diese von ihnen verlangt wären; daher werden sie sich von vornherein vornehmen, mittlere Zeiten zu liefern, ohne sich aber, da sie ja laut Anweisung reagieren sollen, wie es ihnen am natürlichsten, passendsten, bequemsten ist, sonderlich angestrengt zu bemühen, daß ihre Aufmerksamkeit auch ja genau nach beiden Richtungen hin geteilt ist, und wenn sie das tun, so werden wiederum ihre Bemühungen nicht immer erfolgreich sein. Vielmehr wird ihnen auch eine große Zahl muskulärer und ebenso sensorieller Reaktionen mit unterlaufen, die sie als solche aber natürlich erkennen und protokollieren werden. Daher enthalten die Versuchsprotokolle der Herren Mü. (Dr. Müller) und Sco. (Dr. Scott) nur die Notizen »muskulär«, »sensoriell« oder »Aufmerksamkeit geteilt«, wobei unter den als muskulär oder sensoriell bezeichneten Reaktionen natürlich nicht immer extreme, sondern oft auch nur nach dem betreffenden Extrem hinneigende gemeint sind. Aus diesem Grunde ist auch die Angabe »Aufmerksamkeit geteilt« in der großen Minderzahl, da die Versuchsperson fast stets eine wenn auch geringe Neigung der Aufmerksamkeit nach der einen oder ebenso häufig nach der andern Endstufe beobachten konnte und also »muskulär« oder »sensoriell« protokollierte. Unter diesen als extrem protokollierten wird sich also auch eine große Zahl mittlerer Zeiten finden. Als mit geteilter Aufmerksamkeit ausgeführt finden sich z. B. in den Protokollen des Herrn Mü. die Zeiten 111, 114, 115, 125^{σ}, mit der Angabe »muskulär« 90, 94, 95, 102, 103, 105, 106^{σ} und mit dem

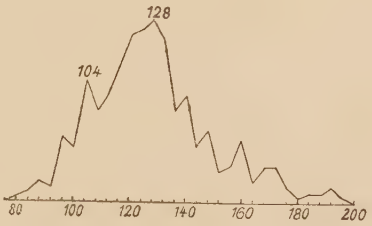


Fig. 6.

Vermerk »sensoriell« die Zeiten 124, 128, 139, 142, 143, 144, 145, 146$^{\sigma}$ u. a.

Sehen wir uns nun die Ergebnisse dieser Reaktionsweise bei den Herren Mü. und Sco. an. Sie finden sich zusammengestellt in den Kurven Fig. 7 und 8. Ich meine, daß sie die eben geäußerte An-

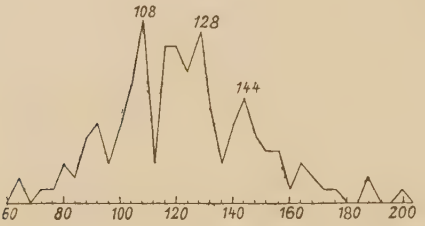


Fig. 7.

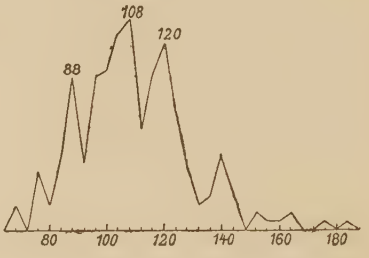


Fig. 8.

sicht bezüglich der natürlichen Reaktionsweise bei psychologisch Erfahrenen vollständig bestätigen. Sie setzen sich zusammen aus einer Anzahl mittlerer Zeiten, zu deren beiden Seiten sich muskuläre und sensorielle gruppieren. Zu Fig. 8 (Sco.) bedarf es keiner weiteren Bemerkung. Bei Fig. 7 mache ich jedoch darauf aufmerksam, daß nicht die mittlere zweizackige Erhebung, die zwischen 112 bis 136$^{\sigma}$ verläuft, die mittleren Zeiten repräsentiert und das kleine Maximum bei 144$^{\sigma}$ die sensoriellen; sondern letzteres ist wegen seiner Kleinheit im Vergleich zu den beiden andern wohl völlig bedeutungslos und zufällig; die sensorielle Zeit des Beobachters liegt ja, wie wir später sehen werden, etwa bei 120$^{\sigma}$; das Mittelstück der Kurve ist vielmehr aus mittleren und sensoriellen Zeiten gemischt, so zwar, daß seine rechte Zacke auf die sensorielle Reaktion hinweist und die Erstreckung nach links die mittleren Zeiten mit begreift. Natürlicherweise, und das möchte ich gerade an der Hand dieser Kurve 7 noch ausdrücklich bemerken, ist meine oben ausgesprochene Behauptung, daß psychologisch erfahrene Versuchspersonen überwiegend mittlere Zeiten liefern, zu deren beiden Seiten sich extreme anreihen, nicht starr dahin zu verstehen, daß diese extremen Zeiten nun auch zu beiden Seiten gleich häufig vorkommen müssen. Sondern bei dem bequemen Reagieren wird ein Überspringen in das Extrem, zu dem der Beobachter von Hause aus neigt, naturgemäß häufiger eintreten als ein

Abirren in das andere. In Fig. 7 sieht man daher die sensorielle Reaktion, die der Versuchsperson nach meinen Erfahrungen angemessener ist, über die muskuläre überwiegen. (Das tut sie nämlich, obwohl der linke Gipfel sogar eine Kleinigkeit höher ist. Aber man muß hier nicht nur die Höhe der Kurve, sondern auch den von ihr umgrenzten Flächenraum mit in Betracht ziehen.)

Hier muß ich auch noch die Kurve des Herrn Hä. (Dr. Hänig) besprechen. Diesen Herrn muß ich als psychologisch geübt bezeichnen. Seine Resultate müßten also mit den eben behandelten übereinstimmen. Im großen und ganzen ist dies auch der Fall; sie finden sich in Fig. 9. Allein man sieht, die eigentlichen mittleren Zeiten sind in geringer Zahl vertreten; meist ist extrem reagiert. Nun ist aber bei dieser Kurve zu bemerken, daß sie nur aus verhältnismäßig wenig Versuchen, nur 120, gewonnen ist. Bei mehr Versuchen würde die Bemühung, bei der natürlichen Reaktion mittlere Zeiten zu liefern, sicherlich offenbarer gworden sein.

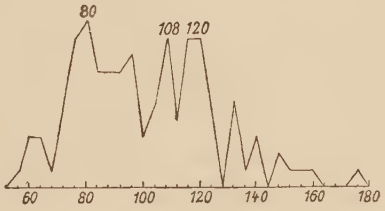


Fig. 9.

Die Kurve Fig. 10 *a* endlich, vom Beobachter Me. (Prof. Melati) gewonnen, scheint ebenfalls aus meiner Beweisführung einigermaßen herauszufallen. Ich möchte diesen Herrn nicht für psychologisch ungeübt halten (wenngleich diese Versuche und auch einige andere Beobachtungen, z. B. die auf Seite 206 noch mitzuteilenden, diese Ansicht stützen würden); seine Kurve müßte also namentlich mittlere Zeiten zeigen. Statt dessen sieht man in der Hauptsache nur ein Maximum am muskulären Ende. Indessen auch in dieser Kurve stecken eine gute Anzahl mittlerer Zeiten, wie die Fig. 10 *b* zeigt, die aus den ersten 134 Fällen hergestellt ist; ebenso

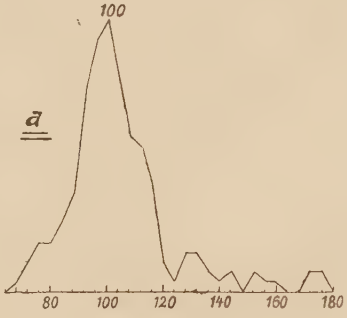


Fig. 10 *a*.

weist die Erhebung bei etwa 130$^{\sigma}$ auf gelegentliche sensorielle Reaktionen hin. Der Beobachter Me. ist eben sehr stark muskulär veranlagt, und beim natürlichen Reagieren gerät er daher überaus häufig in diese extreme Form hinein.

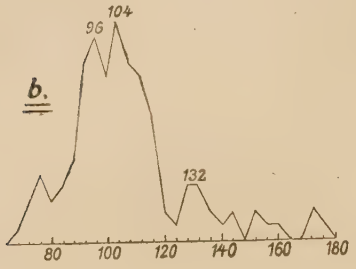


Fig. 10 *b*.

Wir haben also auf unsere zu Anfang dieses Kapitels aufgeworfenen beiden Fragen die Antwort, daß unter der natürlichen Reaktionsweise bei einigen Personen, hauptsächlich psychologisch unbefangenen, im Anfange der Versuche mittlere, späterhin aber jede von den beiden extremen Formen verstanden sein können, bei geübten Reagenten dagegen genau genommen nur mittlere, während die mit unterlaufenden extremen als solche erkannt und bezeichnet werden.

Mit dieser Ansicht von der Sache stimmen die Kurven Alexieffs auch ganz gut überein. H. Savescu[1]) zum Beispiel hat eben im Anfange lauter mittlere Zeiten produziert. Da ihn Alexieff aber nach seinen Versuchserfahrungen als motorisch veranlagt bezeichnet, so glaube ich, würde seine Kurve nach und nach meiner Baderschen immer ähnlicher geworden sein, wenn Alexieff mehr als 150 Versuche mit diesem Beobachter angestellt hätte. Darin ist überhaupt der Grund zu suchen, daß man dem Wesen der natürlichen Reaktionsweise bisher nicht so nachgespürt hat, weil man nicht genügend viel Versuche von dieser Form gesammelt hat. Ebenso stimmt auch die Alexieffsche Kurve selbst[2]) sehr gut mit meiner Theorie. Alexieff war zweifellos ein guter Selbstbeobachter; er war ja Versuchsleiter und schon aus diesem Grunde bemüht, die Versuche möglichst exakt auszuführen. Daher hat er bei der natürlichen Reaktionsweise weder muskulär noch sensoriell zu reagieren sich bemüht und mußte infolgedessen, wie seine Kurve zeigt, mittlere Zeiten liefern.

Aus alledem folgt nun wieder, daß die natürliche Reaktionsweise keine reine einheitliche Form ist, da sie ja Mittel- oder Endstufen

[1]) Vgl. Alexieffs Arbeit Philos. Stud. XVI, Taf. I, Fig. 2 *A*.

[2]) Philos. Stud. XVI, Taf. I, Fig. 1 *B*.

bezeichnen kann, und sie koordiniert mit den extremen Formen zu üben, wie es z. B. Alexieff getan hat, ist zwecklos. Eine gemischte Form hat psychologisch kein Interesse. Für künftige Versuche wird es daher praktisch und Zeit sparend sein, mit den Versuchspersonen höchstens zur vorläufigen Orientierung bezüglich einer persönlichen Veranlagung und zur Einübung im Reagieren überhaupt einige natürliche Reaktionen anzustellen, d. h. also solche ohne Anweisung betreffs der Richtung der Aufmerksamkeit. Dann geht man am besten gleich zur Einübung der extremen Formen über; und hier wird es zur deutlichen Unterscheidung beider Formen vielleicht zweckmäßig sein, im Anfange beide nebeneinander zu üben, wobei mündliche Aussprache über den Bewußtseinsinhalt der Versuchsperson und Untersuchung der erhaltenen Zeiten womöglich nach jedem Versuche erwünscht ist. Hat der Reagent auf diese Weise das Wesen der extremen Formen genau kennen gelernt, so kann man nun dazu übergehen, reine Versuchsreihen von der einen oder andern Endstufe zu sammeln. Über die Diskussion der dabei sich ergebenden Resultate wird weiter unten noch einiges gesagt werden[1]).

Zum Schlusse dieses Kapitels möchte ich noch einige Versuchserfahrungen früherer Beobachter bestätigen, vor allem was die Konstanz der gelieferten Zeiten betrifft. Ganz am Anfange der Versuche wechselten sehr kurze Zeiten mit ungewöhnlich langen. Bei dem einen Versuch glaubte der Beobachter wohl, mehr auf den Sinneseindruck geachtet zu haben; so nahm er sich das nächste Mal vor, die Reaktionsbewegung doch ja nicht zu vergessen, wobei er dann des Guten unwillkürlich wieder zuviel tat und extrem muskulär reagierte. Ebenso folgte häufig auf eine vorzeitige Reaktion eine außergewöhnlich lange. Aus diesem Stadium der Einübung stammt z. B. die Kurve Fig. 9. Mit der Zeit bildete sich aber doch eine Art Gleichgewichtszustand aus, und ich erhielt brauchbare Resultate; eine gewisse Anzahl aufeinander folgender Versuche zeigte nicht große Differenzen. Dagegen schwankte das Niveau in größeren Teilen noch oft; nachdem ein halbes Dutzend Versuche etwa 100^{σ} ergeben hatte,

[1]) Diese Ausführungen über die natürliche Reaktionsweise berühren aber nicht die von Alexieff im 2. Teile seiner Arbeit S. 66 aus den Durchgangsbeobachtungen geschlossenen Resultate. Bei diesen Beobachtungen ist die natürliche Reaktionsform oder lieber eine gemischte mittlere wohl am Platze.

hob sich das Niveau vielleicht des nächsten halben Dutzends auf 120—130°. Z. B. finden sich in einer Reihe des Herrn Mü. die folgenden hintereinander gelieferten Zeiten: 162, 186, 150, 168, 141°, dann gleich anschließend 113, 128, 123, 124 und wieder 160, 143, 144 usw. Offenbar war die Aufmerksamkeit des Beobachters eine kleine Anzahl von Versuchen hindurch ganz gleich eingestellt; war sie aber aus irgendeiner Ursache abgelenkt worden, so stellte sie sich nicht gleich wieder auf den nämlichen Punkt ein. Solche Niveauschwankungen im ganzen ergaben sich fast stets auch nach einer Versuchspause, in der Regel fielen die ersten zwei bis drei Versuche nach einer solchen zu lang aus; ebenso kam es vor, daß das ganze Niveau an einem Versuchstage höher lag als am vorhergehenden. Bei der großen Anzahl der von mir ausgeführten Versuche glichen sich aber in den Resultaten diese Unregelmäßigkeiten von selbst aus, ohne das charakteristische Bild der Kurve zu verändern.

Die extremen Reaktionsweisen.

Denken wir uns eine Reihe natürlicher Reaktionen ausgeführt und in einer Häufigkeitskurve zur Darstellung gebracht, so wird diese Kurve beim allmählichen Übergang zur muskulären Reaktionsweise an ihrem linken Ende ein Maximum ausbilden, beim Übergange zur sensoriellen aber ein solches an ihrem rechten Ende. Diese beiden Maxima werden sich um so schärfer abheben, je besser sich die extremen Reaktionsweisen abgrenzen und je präziser sie sich daher von den Versuchspersonen ausführen lassen. Zugegeben, daß dies schwierig ist, so muß es sich trotz alledem durch große Übung erreichen lassen. Erst dann wird man Zweiflern die Existenz dieser extremen Reaktionsarten beweisen können. Für die muskulären Reaktionen ist dies Alexieff sicher gelungen. Aber für die sensorielle Reaktion hat er kein alleiniges Maximum erreichen können; seine Kurve zeigt vielmehr eine breit auseinandergezogene Linie mit mehreren Spitzen. Es mußte daher mein Bestreben sein, namentlich für die sensorielle Reaktion eine eingipflige Kurve zu erhalten. Da aber bemerkt worden war, daß die Einübung der muskulären Reaktion die darauf folgende der sensoriellen stark beeinflußt, so habe ich die mir zur Verfügung stehenden Versuchspersonen in zwei Gruppen geteilt. Mit der ersten habe ich erst muskuläre und dann sensorielle Reak-

tionen angestellt, mit der zweiten umgekehrt. Durch Weggang einiger Beobachter habe ich in jeder Gruppe nur mit einer Versuchsperson alle Reaktionen durchnehmen können, in der ersten mit dem Beobachter Herrn Me., in der zweiten mit Herrn Mü. Außerdem arbeiteten in der ersten Gruppe noch mit die Herren Ba. und Hä., in der zweiten Herr Sco.

Die erste Gruppe.

Wie ich nach den Alexieffschen Versuchen erwarten konnte, ging die Einübung der muskulären Reaktion in der Hauptsache ohne Schwierigkeit vonstatten; am schwierigsten bei Herrn Ba., von dem ich 628 muskuläre Reaktionen sammeln mußte, um eine einigermaßen regelmäßige Kurve zu erhalten (Fig. 11). Er reagierte namentlich im Anfange langsam, erst später kamen die kürzeren Zeiten. Interessant ist es, seine natürliche Kurve (Fig. 6) mit der muskulären zu vergleichen. In jener hatte sich erst allmählich der aufsteigende Ast nach links verschoben; ja zuletzt erhob sich noch ein kleines Maximum bei 104°. Dieses ist in der muskulären Kurve ganz bedeutend gewachsen, so daß man aus der Vergleichung beider Kurven schließen muß, die eigentliche muskuläre Zeit liege nicht bei 120°, wo das Maximum liegt, sondern höchstens bei 110°. Als großer Unterschied zwischen beiden Kurven ist aber festzustellen, daß die muskuläre schlanker ist als die natürliche, somit also auch zuverlässiger, da die mittlere Variation eine viel geringere ist. Die Kurven der Beobachter Hä. und Me. (Fig. 12 und 13) sind vollkommen eindeutig und regelmäßig und erinnern ganz an die von Alexieff gewonnenen. Nach diesen und den Alexieffschen Versuchen kann man an der vollkommen einwandfreien Einübung der extrem muskulären Reaktionen nicht mehr zweifeln.

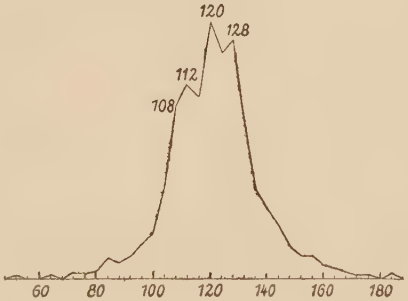


Fig. 11.

Hier möchte ich einschalten, daß ich das von Alexieff beobachtete Verschwinden der persönlichen Unterschiede im ganzen

bestätigt gefunden habe. Bei Ba. und Hä. muß ich die muskuläre Zeit zu rund 110$^{\sigma}$ annehmen, bei Me. zu 100$^{\sigma}$. Dieselbe Zeit etwa lie-

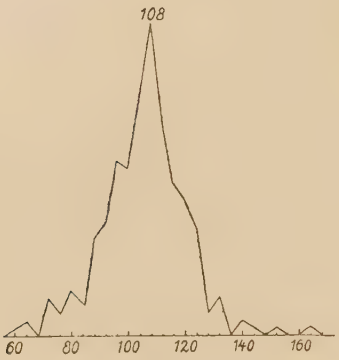


Fig. 12.

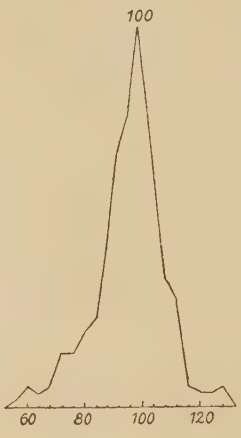


Fig. 13.

ferten die in der zweiten Gruppe zu besprechenden Versuche des Herrn Mü.

Von dem Beobachter Me. war es mir nun noch möglich, nach den muskulären gegen 600 sensorielle Reaktionen zu sammeln. Meine Resultate gleichen hier ganz den Alexieffschen. Auch meine Schlußkurve (Fig. 15) hat zwei Gipfel. Zu ihrer richtigen Beurteilung muß ich aber die folgenden sehr wichtigen Bemerkungen hinzufügen. Die Einübung war außerordentlich schwer. Im Anfange, in den ersten 80 Versuchen, war es dem Beobachter ganz unmöglich, zu entscheiden, welche psychischen Prozesse zur vollständigen Reaktion gehören; in seinem Protokoll finden sich Zeiten von 121, 140, 148, 158, 180, 222$^{\sigma}$ als natürliche Reaktionen bezeichnet; im übrigen bewegt er sich in Zeiten über 300$^{\sigma}$. Nach und nach scheiden die überflüssigen psychischen Akte aus. Die erste zu einer Kurve bearbeitete Reihe zeigt Fig. 14 *a*. Aus ihr ersieht man deutlich, wie häufig der Beobachter in das andere Extrem, die muskuläre Reaktion, abgeirrt ist, zu der er ja nach S. 202 stark neigt. Obwohl diese Reihe offenbar keineswegs rein sensorielle Zeiten enthält, habe ich sie, wie alle andern, in die Schlußkurve 15 doch mit aufgenommen; und da auch noch die ersten folgenden Reihen zahlreiche muskuläre und mittlere Zeiten

enthalten, ist die Schlußkurve zuungunsten der rein sensoriellen Zeit nach links verschoben und verbreitert. Wie allmählich übrigens die Einübung vor sich ging, davon kann man sich eine sehr sprechende Vorstellung machen, wenn man die Versuche gruppenweise verfolgt. Die Fig. 14 *a—d* zeigen die einzelnen Stadien der Einübung. Fig. 14 *a* ist hergestellt aus den Reihen 1—3, *b* aus den Reihen 1—5, *c* aus 1—6, *d* aus 1—8, woran sich dann die Schlußkurve 15 aus allen Reihen anschließt. Man sieht deutlich, wie das kleine Maximum in der Gegend der sensoriellen Reaktion nach und nach in die Höhe wächst, und zwar auf Kosten des muskulären Gipfels; wie der abfallende Ast der Kurve immer weiter nach der rechten, sensoriellen Seite ausgreift. Ich glaube daher auch keinesfalls, daß das schließliche Maximum bei 112^{σ} schon die sensorielle Zeit angibt; beim weiteren Reagieren würde sich vielmehr die ganze Kurve noch etwas weiter nach rechts verschoben haben, so daß man die Zeit für die verlängerte Reaktion etwa zu 120^{σ} wird annehmen müssen. Dafür spricht auch, daß eine von den letzten Reihen, denen man doch für die Beurteilung eine größere Bedeutung zusprechen muß, als Durchschnittswert $7742 : 66 = 118^{\sigma}$ ergibt. Die Reihe

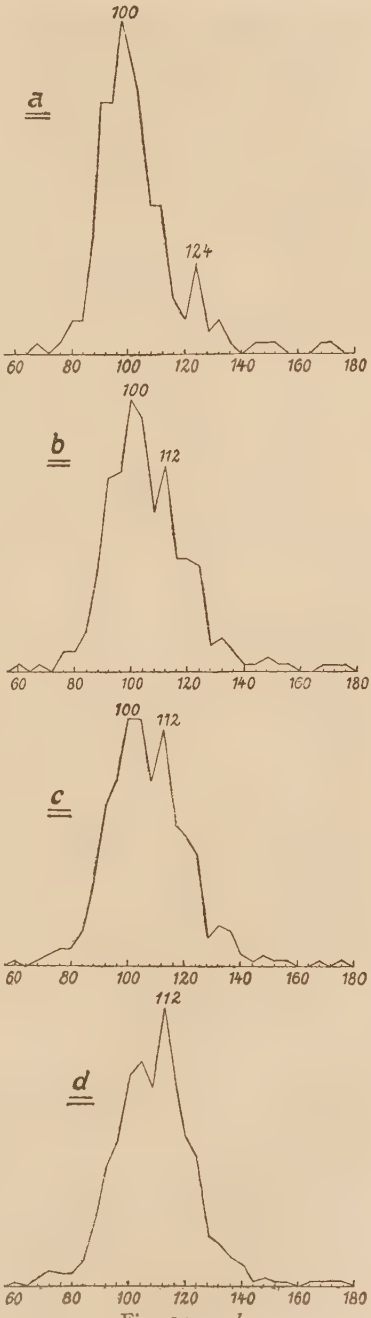


Fig. 14 *a—d.*

folgt einige Zeilen weiter unten. Übrigens können wir an der Hand dieser Kurven auch die ungefähre Anzahl der Vorversuche feststellen, die nötig sind, um eine einigermaßen befriedigende Einübung zu erzielen. Offenbar erhebt sich das Maximum am sensoriellen Ende in entschiedener Weise erst nach Eintritt der fünften Gruppe in die Verteilungskurve (Fig. 14 *b*), d. h. nach Hinzufügung des 240.—300. Versuches. Also nach rund 300 Versuchen erst ist ein genügender Grad von Übung erreicht. Die späteren Versuchsreihen zeigen eine gute Konstanz des Niveaus. Ich führe, um dies zu illustrieren, eine von diesen Reihen in der Aufeinanderfolge der Versuche an:

112, 117, 121, 106, 124, 113, 124, 120, 104, 120, 109, 118, 119, 117, 117, 103, 123, 126, 133, 114, 123 (Pause), 115, 110, 116, 107, 111, 114, 103, 113, 109, 125, 100, 131, 105, 132, 118, 165, 114, 108, 110, 109, 105, 116, 112, 159 (Pause), 124, 110, 94, 112, 119, 147, 109, 123, 108, 117, 107, 109, 112, 122, 113, 112, 131, 101, 120, 166, zuletzt mit verlängerter Vorbereitungszeit als Vexierversuch 116^{σ}.

Innerhalb dieser Reihe von 66 Versuchen sieht man wieder, daß die Konstanz des Niveaus im Anfange am größten ist, in der dritten Gruppe nach der zweiten Pause dagegen geringer. Am gleichmäßigsten fielen im allgemeinen die fünften bis etwa 40. oder 50. Versuche aus. In den ersten mußte der Beobachter seine Aufmerksamkeit erst richtig einstellen. Nach etwa 50 Versuchen traten Ermüdungserscheinungen ein. Daher führte ich späterhin stets höchstens 60 Versuche aus. Als Beleg für die starke Ermüdung durch das sensorielle Reagieren führe ich den 60.—80. Versuch einer im Anfang aufgenommenen Reihe an:

117, 143, 117, 146, 100, 139, 123, 104, 104, 141, 101, 92, 123, 89, 136, 84, 54, 111, 100, 110.

Ich glaube also, daß man mit dem Ergebnis der Beobachtungen des Herrn Me. wohl zufrieden sein kann. Man könnte vielleicht einwenden, Alexieff hätte einen derartigen Kurventypus auch schon erhalten. Dagegen bemerke ich, daß die Kurve Fig. 15 gezeichnet ist mit einem Abszissenschritt von 4^{σ}. Werfe ich aber zwei benachbarte Ordinaten in eine zusammen, wodurch ich mich mit 8^{σ} als Abszisseneinheit der Alexieffschen von 10^{σ} nähere, so erhalte ich die Kurve Fig. 16, aus der man ebenfalls wieder ersehen kann, daß

sich durch hinreichend viel Versuche auch für die sensorielle Reaktion sehr wohl eine eingipflige Kurve erhalten läßt.

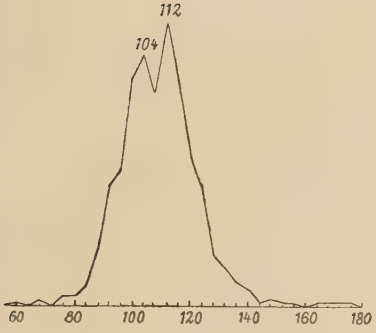


Fig. 15.

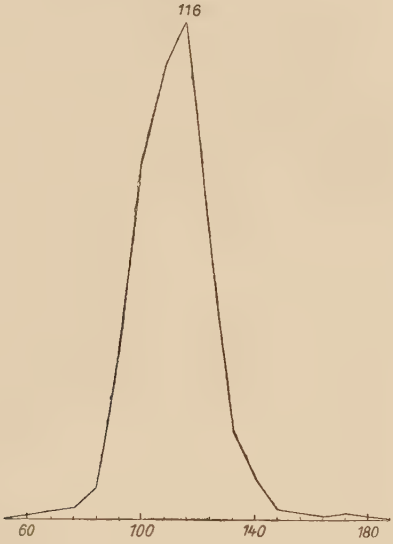


Fig. 16.

Die zweite Gruppe.

Die Richtigkeit dieser Behauptung wird nun durch meine Versuche in der zweiten Gruppe bestätigt. Ich habe hier zuerst über die Versuche des Beobachters Sco. zu berichten. Mit diesem habe ich nur 450 Versuche anstellen können. Da wir vorhin bei dem Beobachter Me. gesehen haben, daß seine Einübung erst nach etwa 300 Versuchen zufriedenstellend war, so werden wir uns nicht wundern, daß die Schlußkurve Fig. 17 wieder ganz dem Alexieffschen Typus entspricht, die Kurve Fig. 18, mit 8^{σ} als Abszisseneinheit gewonnen, schon nicht mehr so ganz. Die Einübung hat eben nicht genügend lange wirken können, um die anfangs gelieferten unzutreffenden Zeiten zu berichtigen.

Um so befriedigender ist das Resultat, das ich von Herrn Mü. (Dr. Müller) gewonnen habe. Mit diesem Beobachter habe ich allerdings über 1100 Versuche gemacht, und dadurch ist es möglich gewesen, die Einübung der sensoriellen Reaktion so zu fördern, daß

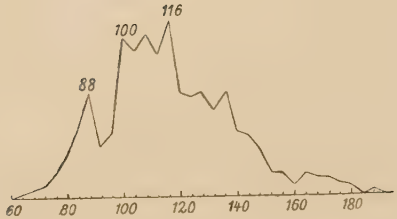


Fig. 17.

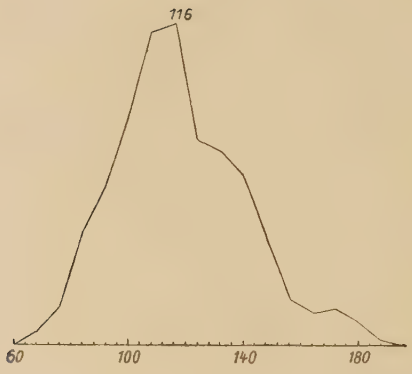


Fig. 18.

die Schlußkurve Fig. 19 ein fast einwandfreies Aufsteigen und Absteigen zeigt, und alle sonst vorgekommenen abweichenden Zeiten den Duktus der Kurve nur unbedeutend zu beeinflussen imstande

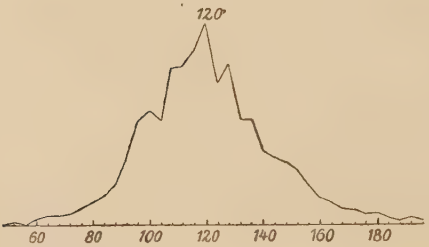


Fig. 19.

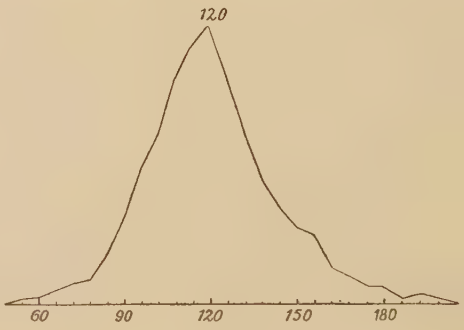


Fig. 20.

sind. Durch Wahl von 6^{σ} statt 4^{σ} als Abszisseneinheit kommt die Kurve Fig. 20 heraus, in der auch die letzten kleinen Unregelmäßigkeiten verschwunden sind; aber auch mit der kleineren Abszisseneinheit ist die Kurve so gut wie einwandfrei. Sie ist mir der überzeugendste Beweis dafür, daß eine zackige Kurve keineswegs das charakteristische Bild der sensoriellen Reaktion ist, daß vielmehr, wenn man eine solche als Resultat erhält, die Einübung noch nicht genügend weit fortgeschritten gewesen ist.

Ich habe noch einen andern, gewissermaßen indirekten Beweis für diese Behauptung. Das sind desselben Beobachters muskuläre Reaktionen. Nach den früheren Arbeiten mußte man es für aus-

gemacht halten, daß die Einübung der muskulären Reaktion keine sonderlichen Schwierigkeiten bietet. Alexieff hatte für diese Reaktionsweise ganz regelmäßige Kurven erhalten, fast geradlinig stiegen sie an und fielen ebenso ab, und das obwohl sie aus nur 150 Versuchen hergestellt waren. Als Alexieff aber dann zur sensoriellen Reaktion überging, da erhielt er mehrgipflige Kurvenlinien. Er hätte es einmal umgekehrt machen sollen. Wie schon bemerkt, habe ich mit Herrn Mü. erst sensoriell und dann muskulär reagiert. Ich hoffte mit den letzteren Versuchen schnell fertig zu werden und schon nach einer geringen Anzahl von Versuchen eine eingipflige Kurve zu erhalten. Um so erstaunter war ich, als die Einübung der muskulären Reaktionsweise ziemlich schwierig vonstatten ging. Ich konnte nur etwa 400 Versuche sammeln; diese aber ergeben eine Kurve, die dem sensoriellen Typus der Alexieffschen vollkommen entspricht (Fig. 21). Sie ist mehrzackig; neben einem hohen Maximum bei 120$^{\sigma}$ zeigt sie noch ein kleineres bei 100$^{\sigma}$. Trotzdem wird niemand diese Kurve für das charakteristische Bild der muskulären Reaktion halten. Die innere Ursache dieser Gestaltung der Kurve ist vielmehr die, daß sie aufgenommen wurde, nachdem der betreffende Beobachter über ein Vierteljahr lang ausschließlich sensorielle Reaktionen geübt hatte. Die Einübung der muskulären Reaktionsweise ist noch lange nicht beendet. Immer wieder springt der Beobachter in die sensorielle, die ihm ja so geläufig ist, über. Er liefert relativ weniger muskuläre Zeiten als bei der Übung der natürlichen Reaktionsform. Das hohe Maximum bei 120$^{\sigma}$ ist daher ganz zweifellos als sensoriell aufzufassen; 120$^{\sigma}$ ist ja seine sensorielle Zeit, wie aus Fig. 20 hervorgeht. Die eigentlichen muskulären Reaktionen liegen bei dem andern Maximum bei 100$^{\sigma}$, vermutlich sogar unter 100$^{\sigma}$. Es ist mir also mit dieses Beobachters muskulärer Reaktion gegangen wie Alexieff mit seinen sensoriellen.

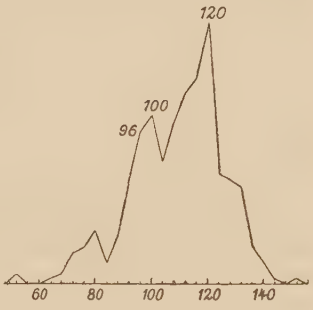


Fig. 21.

Schlußbemerkungen zu den Ergebnissen der extremen Reaktionen.

Aus meinen Versuchen folgt also: Es gibt zwei extreme Reaktionsweisen, die sich durch die Richtung der Aufmerksamkeit unterscheiden, die muskuläre, bei der die Aufmerksamkeit ausschließlich auf das reagierende Organ, und die sensorielle, bei der sie intensiv auf den erwarteten Sinneseindruck gerichtet ist. Beide Arten kann man durch genügende Übung gut voneinander unterscheiden und so jede unzweideutig ausbilden. Sind die Versuchspersonen noch nicht durch längeres Reagieren nach der einen Weise einseitig geübt, so können sie in der extrem muskulären verhältnismäßig leicht ausgebildet werden, so daß ihre Zeiten eine eingipflige, also nur einer Deutung fähige Häufigkeitskurve bilden (Beleg: Alexieffs muskuläre Kurven und meine von den Beobachtern Ba. [Fig. 11], Hä. [Fig. 12] und Me. [Fig. 13] gewonnenen Kurven). Weit schwieriger geht die Einübung der sensoriellen Reaktionsweise vor sich; bei dem Beobachter Sco. war sie erst nach 400 Versuchen einigermaßen zufriedenstellend (Fig. 17). Jedenfalls ist sie aber in befriedigender Weise erreichbar (Kurven Fig. 19 und 20).

Hat jedoch ein Beobachter lange Zeit eine Reaktionsweise geübt, so ist die Einübung der andern mit großen Schwierigkeiten verbunden und erst spät erreichbar, und zwar ist es nach meinen Versuchen (Kurven 15 und 21) gleichgültig, in welcher Reihenfolge die beiden Reaktionsformen ausgeführt werden. Die sensorielle Kurve Fig. 15 des Beobachters Me., der zuerst muskulär, dann sensoriell reagierte, zeigt denselben Typus wie die muskuläre (Fig. 21) des Beobachters Mü., der die Reaktionsweisen in umgekehrter Reihenfolge durchnahm. Diese letztere Behauptung, daß dabei die Reihenfolge keine Rolle spielt, wird in der hier ausgesprochenen Strenge vielleicht durch die Erfahrung anderer Versuchsleiter eine Modifikation erleiden. Ich kann sie ja nur auf eine Beobachtung in der einen und eine in der andern Reihenfolge stützen. Durch Wiederholung und Vermehrung dieser Beobachtungen wird sich der Sachverhalt vermutlich so herausstellen, daß es schwieriger ist, die sensorielle Reaktionsweise zu üben, nachdem man vorher die muskuläre ausgeführt hat, als umgekehrt. Das ist schon deshalb wahrscheinlich, weil solchen Personen, die in beiden

Weisen ungeübt sind, oder die wenigstens seit längerer Zeit nicht eine einseitig betrieben haben, von vornherein die Einübung der sensoriellen Reaktionsweise schwerer fällt als die der muskulären. Das liegt daran, daß der Zeitpunkt der Apperzeption des Sinneseindrucks im Anfange nicht genügend präzisiert werden kann. Ein Beobachter sagte mir einmal, daß er sich im Anfange gewissermaßen immer erst rasch Rechenschaft abgelegt habe, ob er denn nun den Sinneseindruck bereits apperzipiert habe, und erst wenn er diese Frage bewußt bejahen konnte, habe er reagiert. Dadurch kamen natürlich längere Zeiten heraus. Das fiel später ganz weg. Die Versuchsperson wußte mit der Zeit gut, wann die Apperzeption erfolgt war, und war daher imstande, überschüssige psychische Akte auszuschalten.

Ich habe noch eine Konsequenz zurückzuweisen oder vielmehr zu berichtigen, die man aus meinen Resultaten leicht zu ziehen geneigt sein könnte. Wenn ich nachgewiesen habe, daß sich durch hinreichende Übung jede Reaktionsform unzweideutig ausbilden läßt, so daß sich für sie also eine eingipflige Kurve als Abbild ergibt, und daß eine mehrzackige Kurve entstanden zu denken ist durch Übereinanderlagerung einfacher Kurven, so könnte man schließen wollen, daß in einer Kurve mit etwa zwei Haupterhebungen die eine der rein muskulären, die andere der rein sensoriellen Reaktionsform entspricht. Man könnte daher weiter auf den Gedanken kommen, daß man sich eine zeitraubende Untersuchung der extremen Formen sparen kann, indem man die Versuchsperson ad libitum zahlreiche Reaktionen ausführen läßt und aus diesen eine Kurve herstellt. Aus den Zacken dieser Kurve müßte man dann ablesen können, wo des Beobachters muskuläre Zeit liegt und wo seine sensorielle.

In dieser Form ausgesprochen ist der Gedanke ein nicht zu verwirklichendes Ideal. Denn läßt man eine Versuchsperson ohne Anweisung bezüglich der Aufmerksamkeit reagieren, so werden die sicherlich mit in die Resultatkurve eingehenden mittleren Reaktionen das Bild unnötigerweise trüben, indem sie z. B. die Kluft zwischen den beiden Extremen ausfüllen und die ohnehin kleinen Endmaxima verschlucken; ja es könnte bei einem Beobachter das eine Extrem gar nicht vorkommen und dann fälschlicherweise die mittlere Zeit für die eine Endstufe gehalten werden, um so leichter, wenn eine

derartige Kurve gleich im Anfang des Experimentierens aufgenommen würde, wo die einzelnen Reaktionsformen noch nicht so sicher unterschieden werden.

Ein wenig modifiziert läßt sich der Gedanke aber doch zu Zeitersparnissen verwerten. Um eine besondere Untersuchung zur Auffindung der muskulären und eine besondere zur Auffindung der sensoriellen Zeit wird man nie herumkommen, wie ich es schon oben ausgesprochen habe. Aber man wird nicht so viel Versuche von jeder Sorte zu sammeln brauchen, bis man eine einwandfreie eingipflige Kurve erhält. Man wird sich vielmehr mit einer Kurve begnügen können, die, wenn auch mehrzackig, so doch in der Nähe des einen Endes ein deutliches Hauptmaximum aufweist. Die dazugehörige Zeit wird man dann mit einer Einschränkung, von der gleich noch die Rede sein wird, als die gesuchte ansehen können, gleichviel, in welcher Breite sich die Kurve nach dem andern Ende hin noch erstreckt. Das wird man um so unbedenklicher tun können, als es sich ja hier nicht um eine genaue Ermittelung eines absoluten Wertes handelt, etwa wie bei einer physikalischen Messung. Aber auf eine kleine Einschränkung muß ich noch zu sprechen kommen.

Nehmen wir an, wir wollten die sensorielle Zeit eines Beobachters finden und hätten nach einer hinlänglich großen Zahl von Versuchen eine Kurve erhalten mit einem größeren Maximum am sensoriellen Ende, einem kleineren am muskulären. In die Kurve sind dann beide extremen Reaktionsweisen eingegangen. Machen wir jetzt die Fiktion, diese beiden extremen Zeiten wären nicht, wie es tatsächlich ist, in bunter Reihenfolge von dem Beobachter gewonnen worden, sondern dieser hätte erst alle muskulären, dann alle sensoriellen Zeiten geliefert, so wäre die Resultatkurve aus einer kleinen muskulären und einer größeren sensoriellen Kurve durch Zusammensetzung gebildet. Diese Kurven liegen aber nicht räumlich getrennt nebeneinander, sondern greifen auch ineinander über. Durch diese Superposition aber ist es denkbar, daß das sensorielle Maximum etwas nach links nach einer kleineren Zeit verschoben wird, indem der linke zu diesem Maximum aufsteigende Ast der sensoriellen Kurve durch das rechte Ende der muskulären an einem gewissen Punkt über das wahre sensorielle Maximum hinaus erhöht wird. Ebenso kann bei Aufsuchung der muskulären Zeit das gesuchte Maximum durch die in die Kurve mit

eingehenden sensoriellen Reaktionen etwas nach rechts nach einer größeren Zeit verschoben werden. Darauf wird man Rücksicht zu nehmen haben, doch wird sich natürlich eine allgemeine Regel hierfür nicht aufstellen lassen; vielmehr wird man von Fall zu Fall entscheiden müssen.

Was meine Versuche anlangt, so muß ich auf Grund der eben angeführten Erwägungen und der Vergleichung aller Kurven eines Beobachters untereinander und mit den Tabellen folgende Werte als plausible Zeiten hersetzen:

	Nat.	Musk.	Sens.
Mü.	108—128σ	100σ	120σ
Me.	100σ(—120σ)	100σ	120σ
Sco.	90—120σ	90σ [1])	116σ
Hä.	80—120σ	108σ	
Ba.	104—130σ	110σ	

Zum Schlusse möchte ich mir noch erlauben, Herrn Geheimen Rat Wundt, unter dessen freundlicher Leitung ich diese Arbeit ausgeführt habe, meinen tiefsten Dank auszusprechen. Ebenso bin ich den Herren Prof. Melati, Dr.Dr. Müller, Scott, Hänig und Herrn Bader, die sich den mühevollen Versuchen unterzogen haben, zu großem Danke verpflichtet.

Tabellen.

Natürliche Reaktion.[2])

Herr Ba. Fig. 5*a*. B.-G. 102σ—196σ. Absz.-Schr. 2σ. 93 Fälle.

2	0	0	1	2	1	1	3	3	4	5	6	6	6	5	2
3	2	6	4	1	2	3	1	2	1	1	1	2	4	1	1
1	1	3	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	1

Herr Ba. Fig. 5*b*. B.-G. 80σ—196σ. Absz.-Schr. 2σ. 152 Fälle.

1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	4
2	2	7	4	6	9	8	8	13	9	5	11	3	7	6	2
3	5	1	3	1	2	2	3	5	1	2	1	2	4	0	0
1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	1					

---

[1]) Aus der Vergleichung der natürlichen Kurve 8 mit der sensoriellen 17 geschlossen.

[2]) Zum Verständnis der Tabellen siehe S. 188 Anmerkung.

Herr Ba. Fig. 5*c*. B.-G. 80σ—196σ. Absz.-Schr. 2σ. 213 Fälle.

1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	1	6
2	4	8	8	8	12	11	11	16	17	8	12	5	8	7	4
5	6	2	3	1	3	2	4	7	1	3	2	2	5	1	1
2	1	0	2	0	1	1	3	0	0	1					

Herr Ba. Fig. 5*d*. B.-G. 80σ—196σ. Absz.-Schr. 2σ. 277 Fälle.

1	1	0	1	1	1	0	0	2	1	1	5	3	1	1	12
3	6	10	10	13	18	12	13	19	19	12	12	6	9	11	4
5	9	3	3	2	4	2	4	7	1	3	3	2	5	2	1
2	1	0	2	0	1	1	3	0	0	1					

Herr Ba. Fig. 5*e*. B.-G. 80σ—196σ. Absz.-Schr. 2σ. 323 Fälle.

1	1	0	2	1	1	1	2	6	3	3	7	8	4	5	15
4	9	10	11	17	19	12	13	20	19	12	12	6	9	12	4
5	10	4	3	3	4	2	4	7	1	3	5	2	5	2	1
2	1	0	2	0	1	1	3	0	0	1					

Herr Ba. Fig. 6. B.-G. 80σ—196σ. Absz.-Schr. 2σ. 380 Fälle.

1	1	1	2	2	1	2	4	9	4	7	9	15	12	6	16
5	10	17	14	19	21	13	14	22	20	12	12	6	9	12	6
5	10	4	3	3	5	2	5	7	1	3	5	2	5	2	1
2	1	0	2	0	1	1	3	0	0	1					

Herr Mü. Fig. 7. B.-G. 62σ—200σ. Absz.-Schr. 2σ. 150 Fälle.

1	1	0	0	0	1	0	1	1	2	1	1	1	4	4	2
0	3	2	4	2	7	8	6	1	2	7	5	7	5	5	5
4	9	3	4	2	1	5	1	4	4	5	0	2	2	2	2
1	0	1	2	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	1										

Herr Sco. Fig. 8. B.-G. 66σ—182σ. Absz.-Schr. 2σ. 234 Fälle.

1	2	0	0	1	6	0	3	7	2	10	8	4	4	7	11
11	8	9	14	10	15	4	8	10	8	11	11	7	7	3	4
2	1	3	1	3	6	0	4	0	0	1	1	0	1	1	0
1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1					

Herr Hä. Fig. 9. B.-G. 54σ—174σ. Absz.-Schr. 2σ. 120 Fälle.

1	0	3	0	2	1	1	0	5	0	4	5	5	5	3	4
2	5	3	4	4	4	2	1	3	2	6	3	2	2	6	3
4	5	2	3	0	0	2	3	1	0	2	1	0	0	2	0
1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1			

Herr Me. Fig. 10*a*. B.-G. 66σ—176σ. Absz.-Schr. 2σ. 195 Fälle.

1	0	1	2	1	3	1	4	3	4	7	3	11	10	12	14
12	16	11	11	9	7	7	8	6	5	2	1	1	0	1	3
0	3	0	2	0	1	0	2	0	0	2	1	1	0	0	2
0	0	0	0	2	1	1	1								

Herr Me. Fig. 10 *b*. B.-G. 66σ—176σ. Absz.-Schr. 2σ. 134 Fälle.

1	0	1	2	1	3	1	2	2	2	5	0	8	5	7	8
6	7	8	7	8	5	6	6	6	3	2	1	1	0	1	3
0	3	0	2	0	1	0	2	0	0	2	0	1	0	0	2
0	0	0	0	1	1	0	1								

Extreme Reaktionsweisen.

1. Gruppe: Muskulär—Sensoriell.

Herr Ba. Musk. Fig. 11. B.-G. 52σ—184σ. Absz.-Schr. 2σ. 628 Fälle.

1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	2	0	4
2	3	2	3	4	4	7	5	9	11	18	25	29	28	33	22
35	31	50	28	43	46	30	28	23	14	14	12	10	6	10	7
3	6	1	3	4	3	1	2	1	1	1	0	1	0	1	0
0	0	1													

Herr Hä. Musk. Fig. 12. B.-G. 60σ—162σ. Absz.-Schr. 2σ. 259 Fälle.

1	2	0	0	0	2	3	3	0	3	3	1	3	7	6	9
6	8	15	11	11	17	14	18	23	11	17	12	8	9	9	6
8	1	2	2	3	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0
0	0	0	1												

Herr Me. Musk. Fig. 13. B.-G. 56σ—128σ. Absz.-Schr. 2σ. 291 Fälle.

1	3	0	0	2	3	0	4	4	5	3	5	6	7	6	8
16	20	17	22	21	29	27	22	13	12	7	9	7	1	2	0
2	0	2	2	1											

Herr Me. Sens. Fig. 15. B.-G. 60σ—174σ. Absz.-Schr. 2σ. 590 Fälle.

1	0	0	1	1	0	0	3	0	3	0	3	3	5	12	15
20	17	23	32	35	35	39	31	32	45	39	41	24	22	22	16
19	10	5	4	7	2	5	4	1	1	0	0	2	1	0	1
0	0	0	0	1	1	0	0	1	1						

Herr Me. Sens. Reihe 1—3. Fig. 14 *a*. B.-G. 66σ—174σ. Absz.-Schr. 2σ. 173 Fälle.

1	0	0	0	1	0	3	0	1	2	2	8	7	15	9	13
16	13	13	10	8	5	7	6	2	3	0	3	3	5	2	0
1	2	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1									

Herr Me. Sens. Reihe 1—5. Fig. 14 *b*. B.-G. 60σ—174σ. Absz.-Schr. 2σ. 297 Fälle.

1	0	0	1	0	0	0	3	0	3	0	3	3	4	11	10
19	14	16	22	19	19	19	13	11	18	13	9	8	9	8	6
10	4	0	1	4	2	1	1	0	1	0	0	2	1	0	1
0	0	0	0	0	1	0	0	1	1						

Herr Me. Sens. Reihe 1—6. Fig. 14 *c*. B.-G. 60$^{\sigma}$—174$^{\sigma}$. Absz.-Schr. 2$^{\sigma}$. 354 Fälle.

1	0	0	1	0	0	0	3	0	3	0	3	3	4	11	10
19	14	19	23	21	22	22	17	16	24	18	16	9	13	10	8
12	5	0	1	6	2	4	2	0	1	0	0	2	1	0	1
0	0	0	0	0	1	0	0	1	1						

Herr Me. Sens. Reihe 1—8. Fig. 14 *d*. B.-G. 60$^{\sigma}$—174$^{\sigma}$. Absz.-Schr. 2$^{\sigma}$. 479 Fälle.

1	0	0	1	1	0	0	3	0	3	0	3	3	5	11	10
19	15	20	26	25	27	27	24	24	35	32	29	21	18	18	13
18	9	3	3	7	2	5	4	1	1	0	0	2	1	0	1
0	0	0	0	1	1	0	0	1	1						

2. Gruppe: Sensoriell—Muskulär.

Herr Sco. Sens. Fig. 17. B.-G. 64$^{\sigma}$—186$^{\sigma}$. Absz.-Schr. 2$^{\sigma}$. 458 Fälle.

1	1	1	2	1	1	5	6	4	8	8	12	12	3	9	9
6	19	19	21	12	21	18	14	19	19	20	11	12	11	13	16
8	10	10	11	13	13	2	9	5	6	5	3	2	4	1	2
0	2	3	3	1	3	1	2	1	2	0	0	0	1		

Herr Mü. Sens. Fig. 19. B.-G. 52$^{\sigma}$—196$^{\sigma}$. Absz.-Schr. 2$^{\sigma}$. 1138 Fälle.

1	1	1	0	1	3	3	2	2	3	3	4	4	6	5	9
13	4	8	16	22	15	28	32	28	37	25	35	48	42	41	50
57	43	60	55	40	41	49	43	33	27	27	33	23	19	23	15
16	19	14	17	13	9	9	6	3	10	5	4	6	2	3	2
5	1	4	0	1	1	3	1	1							

Herr Mü. Musk. Fig. 21. B.-G. 50$^{\sigma}$—150$^{\sigma}$. Absz.-Schr. 2$^{\sigma}$. 374 Fälle.

2	0	0	0	0	0	0	1	2	0	4	2	2	5	6	4
1	3	3	6	5	14	14	15	16	16	12	11	17	13	19	17
22	17	26	24	14	7	13	7	11	7	5	2	2	2	0	1
0	0	1													

Uber die Wahrnehmbarkeit plötzlicher Druckänderungen.

Von

Stanislaus Kobyłecki.

Einleitung.

Die folgende, auf Anregung des Herrn Professor Dr. Wundt unternommene Arbeit über die Unterschiedsempfindlichkeit bei Druckänderungen wurde während dreier Semester im Leipziger psychologischen Laboratorium ausgeführt (1902/3—1903/4). Was ich als Hauptziel bei diesen Versuchen in erster Linie erstrebte, war die Erkenntnis der Bedingungen und Merkmale des psychologischen Versuchsverfahrens innerhalb der Grenzen dieses Versuchsgebietes. Als die wichtigste Frage erschien mir dabei die nach der Abhängigkeit der zu gewinnenden Resultate von den verschiedenen Versuchsbedingungen, von den Verfahrungsweisen und von deren Modifikationen, die man bei den vorliegenden Versuchen angewandt hat. Durch die Beantwortung dieser Frage kann meines Erachtens eine Annäherung an das eigentliche Ziel des psychologischen Experimentes erst möglich werden. Dieses Ziel besteht aber darin, das tatsächliche Verhalten des in Frage kommenden psychischen Geschehens in seinem funktionellen Zusammenhange kennen zu lernen. Diese Erkenntnis der Tatsachen soll durch das methodische Verfahren befördert, nicht verdeckt werden.

Resultate der Untersuchung habe ich überall da schon vorweg angeführt, wo sie zur Bestätigung kritischer Erörterungen dienen konnten. In der Kritik der methodologischen Gesichtspunkte glaubte ich jedoch nicht alle in der psychologischen Literatur sich findenden

Ansichten einzeln berücksichtigen zu sollen. Dies würde zu weit geführt haben. Auch ist ja die psychologische Literatur im Besitze einer Arbeit, die »eine zusammenfassende und zugleich kritische Übersicht über alle Verfahrungsweisen und Gesichtspunkte gibt, die seit dem Auftreten Fechners in dem Gebiete der psychophysischen Methodik zutage gekommen sind«. Es ist dies das neueste Werk G. E. Müllers: »Die Gesichtspunkte und die Tatsachen der psychophysischen Methodik«[1]). Da dieses Buch einen »gewissen Abschluß der psychophysischen Methodik«[2]) zu geben beabsichtigt, und da der Verfasser selbst nicht bloß ein kritischer Methodiker, sondern auch ein scharfer und rücksichtsloser Kritiker ist, so schien es mir zweckmäßig, meine eigenen kritischen Erörterungen unmittelbar und vorzugsweise an das genannte Buch anzuknüpfen.

A. Das Versuchsverfahren.

Unter dem Versuchsverfahren verstehe ich hier die ganze Art und Weise der Anstellung und Ausführung der Versuche. Es muß in bezug auf die psychologischen experimentellen Arbeiten der Grundsatz aufgestellt werden — wie er von G. E. Müller richtig formuliert ist —, »daß die Resultate von Versuchen, betreffs deren nicht ganz genau zu ersehen ist, wie sie angestellt worden sind, so lange einer sicheren Brauchbarkeit entbehren, als die erforderliche nähere Auskunft über die Einzelheiten des Vorgehens nicht geliefert ist; und die Kritik eines zur Diskussion stehenden Verfahrens hat in erster Linie mit darauf Bezug zu nehmen, inwieweit dem Verfahren die erforderliche Durchsichtigkeit und Rekonstruierbarkeit eignet«[3]). Um diesem selbstverständlichen und in jedem strengeren naturwissenschaftlichen Verfahren stets befolgten Grundsatze auch auf psychologischem Gebiete Folge zu leisten, sollte man nicht nur die äußere Versuchsanordnung, sondern auch alle Verhältnisse und Umstände genau angeben, in denen die Versuche ausgeführt wurden.

---

[1]) Die Gesichtspunkte und die Tatsachen der psychophysischen Methodik. Von G. E. Müller, Göttingen. Wiesbaden, 1904.

[2]) Vorwort zu dem genannten Buche.

[3]) A. a. O. S. 8.

Das anzuwendende Versuchsverfahren wird nun teils durch äußere technische Umstände und Bedingungen, teils durch die allgemeinen Gesichtspunkte und Fragestellungen bestimmt. Das Zustandekommen der Resultate ist aber nicht nur von diesen Faktoren, sondern auch von dem tatsächlichen Verhalten der Versuchspersonen während der Versuche abhängig. Dieses psychische Verhalten des beobachtenden Individuums macht die psychologischen Versuche ungemein verwickelt und erschwert dem Experimentator in hohem Grade ein streng kritisches Vorgehen bei den Versuchen und eine kritische Verwertung der Aussagen der Versuchspersonen. Von allen genannten Momenten und den sonstigen Umständen, wiefern sie den Versuchsvorgang auf irgendwelche Weise beeinflussen und mitbestimmen, müßte man eigentlich Kenntnis nehmen, um sich ein Bild von einer experimentellen psychologischen Arbeit machen zu können. Der Berichterstatter muß sich daher seinerseits Mühe geben, zur Klarheit und Treue jenes Bildes möglichst beizutragen.

I. Beschreibung des Apparates.

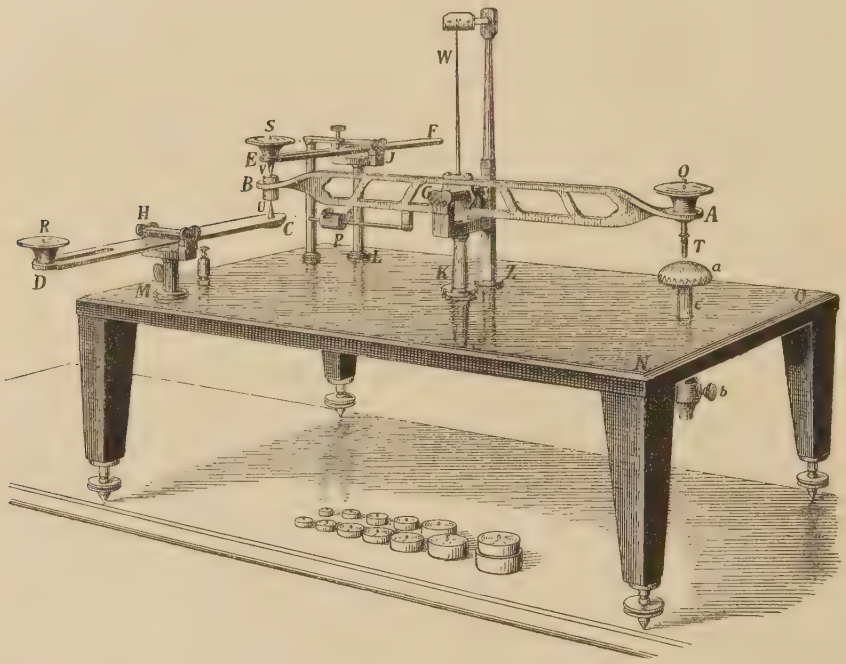
Der Apparat, den ich zu meinen Versuchen benutzte, war eine Druckwage, deren Abbildung in der umstehenden Figur gegeben ist. Dieser Apparat ist in seinen Hauptzügen demjenigen ähnlich, den G. M. Stratton in seinen Versuchen »über die Wahrnehmung von Druckänderungen« angewandt und in seinem Bericht über jene Versuche beschrieben hat[1]). Die Verbesserungen, welche an dem Strattonschen Apparat vorgenommen wurden, verdanke ich hauptsächlich den Vorschlägen von Herrn Professor Wundt und Herrn Dr. Wilhelm Wirth. In seiner letzten, von Herrn Präzisionsmechaniker Zimmermann-Leipzig verfertigten und von mir benutzten Form stellt sich der Apparat folgendermaßen dar.

Die Druckwage besteht aus drei gleicharmigen Hebeln: dem Haupthebel *AB* und den beiden seitlichen Hebeln *CD* und *EF*. Der Haupthebel dreht sich um die horizontale Achse *G*; die seitlichen

---

[1]) Georg Malcolm Stratton, Über die Wahrnehmung von Druckänderungen bei verschiedenen Geschwindigkeiten. In Phil. Studien Bd. XII, S. 531—534. Vgl. auch: W. Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie. 5. Aufl. Bd. I, S. 533—534.

Hebel drehen sich um die horizontalen, zueinander parallelen Achsen, *H* und *J*. Jede von diesen drei Achsen besteht aus einer nach unten gerichteten Kante eines drei- und gleichseitigen geraden stählernen, mit dem Hebel fest verbundenen Prismas, die auf der Kante eines stählernen Flächenwinkels gelagert ist. Die messingenen Gabeln, welche die Achsenlager umschließen, werden mittels ihrer Träger



K, *M*, *L* fest zu der ebenen Tischplatte *MNOP* so zugeschraubt, daß die Achse des Haupthebels mit der Richtung der Achse der beiden seitlichen Hebel einen rechten Winkel bildet. Die Halbierungsflächen aller drei Flächenwinkel, in welchen die Hebelachsen gelagert sind, stehen dann senkrecht zu der Ebene der Tischplatte, also auch senkrecht zu der Horizontalebene, wenn der Tisch mittels der Fußschrauben genau wagerecht eingestellt ist.

An den Enden *A*, *D*, *E* der drei Hebel befinden sich auf ihrer oberen Seite stählerne Scheiben, *Q*, *R*, *S*, in deren Mittelpunkten kleine, scharfe stählerne Spitzen, genau senkrecht zu den Scheiben-

ebenen befestigt sind. Die vertikalen Spitzen ermöglichen es, Gewichtsstücke genau zentral aufzulegen.

Zu meinen Versuchen gebrauchte ich folgende Gewichtsstücke (in Grammen ausgedrückt): 500, 400, 300, 200, 100, 50, 30, 20, 10, 4, 3, 2, 1, 0,5. Von diesen 14 verschiedenen Gewichten gebrauchte ich von den vier ersteren je ein Stück, von den übrigen je zwei. Die Gewichtsstücke waren aus platiniertem Messing in Form von geraden Kreiszylindern mit großer Präzision verfertigt. Die neun ersteren besaßen in der Mitte der unteren Grundfläche eine kleine Vertiefung, in der Mitte der oberen Grundfläche eine kleine Spitze. Die fünf letzteren Gewichtsstücke waren in der Richtung von Zylinderachsen durchbohrt. Auf solche Weise konnte man die Gewichtsstücke auf die Scheiben Q, R, S und aufeinander genau so legen, daß die Verlängerung der Scheibenspitzen zugleich auch Achsenlinie aller darauf gelegten Gewichtszylinder war.

Unter der Scheibe Q des Haupthebels befindet sich eine metallene Hülse, in welche man Stifte oder Stäbchen einfaßt, die den Druck des oben aufgelegten Gewichtes der untergeschobenen Hautstelle mitteilen. Ich gebrauchte Stäbchen von kreiszylindrischer Form. Die Achsenlinie eines solchen Zylinders, T, soll genau durch den Mittelpunkt der Scheibe Q gehen, also auch mit der Achsenlinie der daraufgelegten Gewichtsstücke zusammenfallen.

Der Druck des auf Q gelegten Gewichtes kann mittels des Hebels CD vergrößert, mittels des Hebels EF vermindert werden, um den Gewichtsbetrag, welcher auf die Scheibe R, im zweiten Fall auf die Scheibe S, gelegt wird. Um diese Druckänderungen durch das Hebelsystem auf die gedrückte Hautstelle zu übertragen, dienen stählerne Zapfen, U und V, die, auf die aus der Figur ersichtliche Weise, von den beiden seitlichen Hebeln getragen werden. Wenn alle drei Hebel genau horizontal stehen, berühren beide Zapfen das Ende B des Haupthebels in den Mittelpunkten der stählernen Kreisplatten, die von unten und oben an dem Hebelende B befestigt sind; die Ebenen beider Platten stehen horizontal, die Zapfen vertikal.

Bei unbelasteten Scheiben, Q, R, S, sollen alle drei Hebel sich von selbst in die Horizontalebene genau einstellen. Dazu muß das ganze Hebelsystem präzis äquilibriert werden. Um die Äquilibrierung kontrollieren und eventuell bewerkstelligen, sowie auch um Ausschläge

genau beobachten zu können, ist an der Achse des Haupthebels ein langer Zeiger, *W*, befestigt, der bei horizontaler Lage des Haupthebels vertikal gerichtet ist und auf die Null der Skala hinzeigt. Die Skala ist mittels des Trägers *Z* an die Tischplatte angeschraubt.

Die zu prüfende Hautstelle wird nun so unter das Stäbchen *T* untergeschoben, daß die Grundfläche des Stäbchenzylinders sich bei horizontaler Lage des Haupthebels möglichst in allen ihren Punkten an die Hautstelle anschließt. Da das einzige Körperorgan, an welchem Hautdruckversuche mittels dieses Apparates genau angestellt werden können, Unterarm mit Hand sein dürfte, so besitzt der Apparat eine besondere Einrichtung, um die oben angedeutete Berührung der Hautstellen genau zustande zu bringen. Diese Einrichtung besteht aus einem Polsterchen *a* mit leicht in vertikaler Richtung, mittels der Schraube *b*, verschiebbarem Träger *c*. Die Hand der Versuchsperson wird ruhig und bequem auf dem Polsterchen gehalten, welches so weit hinauf oder herunter geschoben wird, daß der Haupthebel mit belasteter Scheibe *Q* genau horizontale Lage einnimmt.

Der Unterschied zwischen der Strattonschen und der von mir benutzten Form des Druckapparates besteht hiernach hauptsächlich in folgendem:

1. Die notwendige horizontale Einstellung des Haupthebels geschah bei Stratton jedesmal durch die Hebung der Achsengabel. Ebenso wurden beide seitliche Hebel in ihrer Höhe jeweils neu eingestellt.

2. Bei Stratton fehlte das Polsterchen mit Verschiebungsvorrichtung.

3. Ferner vermißt man bei seinem Apparat den Zeiger mit Skala.

4. Der Achsenhalter des Haupthebels stand bei Stratton auf einem Tisch, auf dem andern wurden beide Achsenhalter der seitlichen Hebel befestigt.

5. Die Gewichtsstücke befanden sich in messingenen Schalen.

Stratton gibt nicht an, welche Art Gewichtsstücke er gebrauchte, wie sie gearbeitet waren, und auf welche Weise die zentrale Aufstellung bei ihm zustande kam.

Die beiden ersten Punkte halte ich für ganz wesentlich. In dieser Hinsicht stand der Strattonsche Apparat betreffs der Präzision be-

deutend nach. Der Mangel des Zeigers scheint mir auch ein wesentlicher Fehler zu sein, der die Manipulationspräzision stark beeinflussen mußte.

Was die Empfindlichkeit des Apparates anbelangt, so könnte der Leser des Strattonschen Berichtes leicht irregeführt werden. Der Verfasser erwähnt nämlich nur, daß die Hebel »genau äquilibriert« waren und »ein Ausschlag derselben bereits durch ein Gewicht von 0,01 g erzielt wurde«[1]). Diese Angabe sagt uns jedoch gar nicht, welche Feinheit der Apparat bei verschiedenen, den ausgeführten Versuchen entsprechenden Belastungen besaß.

Der Haupthebel des von mir benutzten Apparates gab schon bei Belastung mit 0,001 g einen ganz beträchtlichen Ausschlag. Diese Empfindlichkeit des Hauptbalkens sagt uns aber nichts über die Empfindlichkeit der Druckwage bei wirklich zu gebrauchenden Belastungen. Diese letzte Empfindlichkeit bei verschiedenen Belastungen zu ermessen, war eine mit großen technischen Schwierigkeiten verbundene Aufgabe, die mich zwei Wochen gekostet hat. Hier teile ich kurz folgendes Ergebnis dieser Untersuchung mit. Die Empfindlichkeit der Druckwage geht, parallel mit zunehmenden Belastungen sowohl des Hauptbalkens wie auch der seitlichen Balken, herab, aber keineswegs ihnen proportional; weiter, wenn wir die Belastung des Haupthebels mit N, jede der seitlichen Belastungen (bei den Versuchen sind sie einander gleich) mit D bezeichnen, so wächst die Empfindlichkeit der Wage mit dem Verhältnis $\frac{N}{D}$, aber nicht proportional. Um eine ungefähre Vorstellung von der Empfindlichkeit, bzw. Unempfindlichkeit der bei meinen Versuchen benutzten Druckwage zu geben, führe ich hier einige Grenzfälle an. Bei meinen Versuchen war das kleinste N 25 g, das größte D war in diesem Fall 12 g, das kleinste 1 g, der Apparat gab bei diesen Bedingungen einen Ausschlag erst bei dem Zusatz (zu dem D des oberen oder des unteren seitlichen Hebels) von 0,5 g im ersten, von 0,1 g im zweiten Fall. Das größte von den bei meinen Versuchen angewandten N war 1000 g, dabei war das größte $D = 100$ g, das kleinste $D = 10$ g; der Ausschlag erfolgte bei dem Zusatz von 15, bzw. 1 g. In keinem

[1]) A. a. O. S. 531.

bei den Versuchen vorgekommenen Falle war aber der durch die Unempfindlichkeit des Apparates verursachte Fehler größer, als der kleinste Unterschied zwischen verschiedenen *D* bei demselben *N*.

II. Versuchsanordnung und Handhabung des Apparats.

Wie aus der Beschreibung des Apparates ersichtlich ist, kann er nur zu sukzessiven Reizeinwirkungen gebraucht werden. Zu simultanen Reizen müßte man zwei solche Druckwagen gleichzeitig anwenden. Bei den sukzessiven Reizen kann man aber mit dem Apparat auf zwiefache Weise vorgehen. Man könnte erstens einen gegebenen Druck eine bestimmte Zeit hindurch wirken lassen, dann den Haupthebel aufheben und nach bestimmter Pause einen andern Druckreiz, ebenso lange Zeit wie vorher, wirken lassen. Auch zu einer solchen Versuchsanordnung würde dieser Apparat bedeutend vollkommener dienen können als jene früheren Druckwagen, an welchen man Änderungen der Druckreize durch Änderungen der unmittelbar drückenden Gewichte verursachte. Hier würde dies mittels der seitlichen Hebel geschehen. Zweitens kann man unseren Apparat zu einer Versuchsanordnung gebrauchen, in welcher keine leere Zeit zwischen dem Normal- und Vergleichsreiz verfließt, sondern der zweite Reiz unmittelbar dem ersten folgt. Diese letzte Versuchsanordnung wurde von Stratton und nach ihm von mir in den vorliegenden Versuchen angewendet.

Man ersieht leicht, wie sich die den beiden Versuchsanordnungen entsprechenden Verfahrungsweisen psychologisch voneinander unterscheiden. Im ersteren Fall hätte man zwei diskrete separate Druckreize. Nach den parallel mit ihnen gehenden Empfindungen würde man die beiden Reize miteinander vergleichen und den wahrgenommenen Unterschied konstatieren können. Im letzteren Falle vergleicht man unmittelbar nicht die Druckreize selbst, sondern beobachtet das Zustandekommen des Unterschiedes. Die erstere Versuchsanordnung würde daher unmittelbar zur Untersuchung der Unterschiedsempfindlichkeit in dem Gebiete des Drucksinnes angewendet werden können. Die letztere Versuchsanordnung dient unmittelbar zu der experimentellen Untersuchung der Wahrnehmung und Auffassung von Druckänderungen.

Da aber Veränderung ein zeitlicher Vorgang ist, so kommt hier die Abhängigkeit des Verlaufs der Veränderung von der Zeit oder die Veränderungsgeschwindigkeit mit in Betracht. Den Einfluß der Geschwindigkeit einer Druckänderung auf die Größe der eben merklichen Druckänderung hat Stratton in seiner Arbeit untersucht. Zwei Hauptgruppen von Versuchen, über die »momentanen« und über die »abgestuften« Veränderungsgeschwindigkeiten, entsprechen zwei Arten der Versuchsanordnung, welche er angewandt hat. Meine Untersuchung beschränkte sich ausschließlich auf solche Druckänderungen, die in möglichst kurzer Zeit hervorgebracht werden, also auf sogenannte momentane Veränderungen. Sie entspricht demnach nur dem ersten Teile der Strattonschen Aufgabe[1]); und auch die Versuchsanordnung entspricht der von Stratton bei seinen Versuchen über momentane Druckänderungen angewandten.

Um eine möglichst große Geschwindigkeit der Druckänderungen zu erzielen, verfuhr ich folgendermaßen: um momentane Druckerniedrigung zustande zu bringen, stieß ich den unteren seitlichen Hebel bei *C* möglichst plötzlich mit dem Finger nieder; um momentane Druckvermehrung zu erzielen, hob ich mit möglichst großer Kraft und Plötzlichkeit den oberen seitlichen Hebel bei *E* in die Höhe. Auch in dieser Beziehung bestand ein Unterschied zwischen Stratton und mir. Er verwirklichte auch die Vermehrung dadurch, daß er bei *F* mit dem Finger drückte. Er meinte natürlich, auf solche Weise ebenso eine momentane Veränderung hervorzubringen, wie es bei der Druckverminderung der Fall ist: »Da dieselbe Handbewegung in einem Fall eine Zunahme und im andern eine Abnahme des Reizes erzeugt, so ist ein etwa auftretender konstanter Unterschied zwischen den Geschwindigkeiten der beiden Veränderungsrichtungen nicht wahrscheinlich«[2]). Aber im ersten Falle kam die Veränderung erst dann zustande, wenn der Stoß, welcher bei *F* ausgeübt worden war, sich durch die ganze Hebellänge fortgepflanzt und unterwegs die Achsenreibung überwunden hatte.

Daß dieser Geschwindigkeitsverlust bei der Bestimmung der Zunahmeschwelle ganz augenscheinliche Zahlenunterschiede (die Schwellen

[1]) »Versuche bei momentanen Veränderungen.« A. a. O. S. 527—555.

[2]) A. a. O. S. 533.

dem absoluten Betrage nach erhöhend) ergibt, habe ich übrigens durch mehrere ad hoc angestellte Versuche gefunden.

Obgleich ich mir bei jedem einzelnen Versuche große Mühe gab, die Veränderungen, ganz besonders die Verminderung, möglichst plötzlich zu erzeugen, wage ich doch nicht zu behaupten, daß die Veränderung in beiden Fällen mit genau derselben maximalen Geschwindigkeit zustande kam. Nur dieses habe ich ganz unzweifelhaft festgestellt, daß die Zunahmegeschwindigkeit bei Stratton geringer war, als die Abnahmegeschwindigkeit, und auch geringer als die Zunahmegeschwindigkeit, welche man nach dem oben angedeuteten Verfahren erhalten konnte. Ob die beiden Geschwindigkeiten, der Zunahme- und der Abnahmeveränderung, in diesem Verfahren genau gleich groß waren, das muß dahingestellt bleiben, da die möglichst große Plötzlichkeit in beiden Fällen nicht unter genau denselben äußeren Bedingungen verwirklicht wurde; mit größter Wahrscheinlichkeit aber dürfte man wohl annehmen, daß der Unterschied der Geschwindigkeit in beiden Fällen, wenn ein solcher vorhanden, zu klein ist, um die Zahlenergebnisse beeinträchtigen zu können, daß also die beiden Veränderungen, der Druckvermehrung und der Druckverminderung, praktisch als momentan gelten können.

Die Versuchsanordnung war im allgemeinen die folgende. Die Versuchsperson saß an der Tischseite *PO* in solcher Lage, daß ihr rechter Ellenbogen mit Unterarm bequem auf der Tischplatte ruhte. Der Experimentator saß bei den Manipulationen einzelner Versuche an der Tischseite *MP*, wo er die zu der betreffenden Versuchsreihe notwendigen Gewichtsstücke geordnet hielt. Ein großer Schirm in Form eines rechten Flächenwinkels, dessen Seiten mit Seiten des Winkels *MPO* entsprechend parallel waren, stand auf dem Tisch und machte dem Beobachter die ganze Manipulation, wie auch die beiden seitlichen Hebel und den Arm *BG* des Haupthebels mit dem Zeiger, unsichtbar. Die Versuchsperson legte ihre Hand auf das Polsterchen *a* so, daß die zu drückende Hautstelle sich genau zwischen dem Gipfelpunkt der Kuppe *a* und der Grundfläche des Stäbchenzylinders *T* befand. Der Experimentator legte dann das für die betreffende Versuchsreihe bestimmte Gewicht auf *Q*. Dieses Gewicht blieb unverändert auf der Scheibe *Q* während der ganzen Versuchsreihe liegen. Ich nenne es Normalgewicht, den dadurch hevorgebrachten Druck

Normaldruck, Normalreiz (und bezeichne es — wie auf S. 221 — kurz mit *N*).

Nun folgte die genaue Einstellung mittels der Schraube *b*. Das Polsterchen mit der darauf liegenden Hand wurde genau so hoch unter die Fläche *T* gebracht, daß der Zeiger auf *O* der Skala stand. Wenn das erreicht war, ließ der Beobachter seine Hand die ganze Zeit der betreffenden Versuchsreihe hindurch ganz unbewegt. Wenn er während der Versuche merkte, daß eine auch nur kleine Verschiebung eingetreten war, machte er den Experimentator darauf aufmerksam, der dann die Einstellung sogleich kontrollierte und von neuem zustande brachte.

Um die zu prüfende Hautstelle und den Beobachter nicht unnötigerweise ermüden zu lassen, entlastete ich in der Regel die gedrückte Hand von dem Druckgewichte in allen Zwischenpausen, von Versuch zu Versuch. Die Entlastung wurde dadurch herbeigeführt, daß man das Ende *B* des Haupthebels nach unten drückte.

Der Normaldruck von gegebener Intensität *N* wird auf die untergeschobene Hautstelle nicht nur dann ausgeübt, wenn der Haupthebel horizontal eingestellt ist und die beiden seitlichen Hebel unbelastet sind, sondern auch dann, wenn bei horizontaler Lage des Haupthebels die Scheiben *R* und *S* der seitlichen Hebel mit gleichen Gewichten belastet werden (die Intensität jeder von diesen seitlichen Belastungen bezeichne ich kurz — wie auf S. 221 — mit *D*). In diesem Fall wird das Ende des Haupthebelarmes *GB* von unten und von oben mit gleichen, in ihrer Wirkung sich gegenseitig aufhebenden Gewichten gedrückt. Wenn man dagegen nur den oberen seitlichen Hebel in *S* mit *D* belastet, und das Ende *C* des unteren seitlichen Hebels nach unten drückt, so wirkt das Gewicht *D* auf den horizontalen Hebelarm *GB* mit einer nach unten gerichteten Druckkraft von der Intensität *D* und zieht dadurch das andere Hebelende mit derselben Intensität nach oben. Die Hautstelle ist infolgedessen jetzt nur unter dem Drucke *N*—*D*. Auf solche Weise wird eine Druckverminderung zustande gebracht. Druckvermehrung findet dann statt, wenn man nur den unteren seitlichen Hebel in *R* belastet und das Ende *E* des oberen seitlichen Hebels nach oben hebt; es wirkt dann auf die Hautstelle ein Druck von der Intensität *N*+*D*.

Das Verfahren bei jedem einzelnen Versuche ist folgendes. Man

belastet den Haupthebel mit N g und bringt die zu drückende Hautstelle in die oben angegebene Lage, hebt den Hebelarm GA in die Höhe, legt auf die Scheiben der seitlichen Hebel je D g, läßt den Haupthebel vorsichtig sinken und ruft das erste Signal aus (dieses Signal hieß bei mir: Normal). Der Beobachter wird damit auf den Eindruck aufmerksam gemacht. Nach einer bestimmten, für denselben Beobachter konstanten Zeit gibt man das zweite Signal (bei mir hieß es: Jetzt) und bringt die Druckveränderung zustande. Den bei der betreffenden Veränderung weggeschobenen seitlichen Hebel hält man so lange in der Hand, bis der Beobachter sein Urteil gefällt hat. Das letztere ist deshalb notwendig, weil das freie Sinkenlassen des Hebels, wenn es auch mit großer Vorsicht geschähe, leicht ein Geräusch verursacht, das den sich besinnenden Beobachter stören würde.

Die Veränderung sollte nicht gleichzeitig mit dem zweiten Signal hervorgebracht werden, weil sonst deren Wahrnehmung gleichzeitig mit der akustischen Wahrnehmung des Signalwortes ins Bewußtsein des Beobachters käme und die Beobachtung ebenfalls stören würde. Nach meiner Erfahrung kommt es manchmal vor, wenn man das einsilbige Signalwort (»Jetzt«) ganz rasch ausspricht und unmittelbar darauf (also praktisch gleichzeitig) die Veränderung zustande bringt, daß dann der Beobachter die Druckveränderung früher wahrnimmt, als er das Signal gehört hat. In $^1/_4$ Sekunden nach dem Signal scheint das beobachtende Bewußtsein schon ganz gefaßt zu sein auf das neue Ereignis. Ich brachte aber die Veränderung erst $^1/_2$ Sekunde nach dem ausgesprochenen Signal »Jetzt« hervor (abgesehen von mehreren einzelnen Versuchen, welche ich zur Feststellung des günstigsten Zeitintervalles ausgeführt habe), damit die Beobachter um so besser ihre Aufmerksamkeit konzentrieren konnten.

Die Zeit, welche von dem ersten Signal bis zu dem zweiten verfließt, sollte überhaupt dem betreffenden Beobachter angepaßt werden. Fast für alle Beobachter, welche an den vorliegenden Versuchen teilnahmen, war das günstigste Intervall 1,5 Sek.; nur ein Beobachter (Herr Dr. Krueger) verlangte ein längeres: es betrug bei ihm 5 Sekunden.

Was die Intensitäten der zu verwendenden Normalreize betrifft, so wollte ich die Druckveränderungsversuche möglichst weit nach der

Richtung der größeren Druckgewichte hin ausdehnen, damit man wenigstens einen flüchtigen Blick in das von Stratton nicht untersuchte Gebiet werfen könne. Stratton hat seine Versuche über plötzliche Druckänderung nur in dem Bereiche von 10—200 g ausgeführt. Mir handelte es sich besonders um höhere Druckreize, von 100—1000 g. Bei noch größeren Drucken erwies sich das Verfahren als zu verwickelt und umständlich hinsichtlich der Druckwahrnehmung, um etwas Sicheres daraus schließen zu können.

Wenn man aber mit größeren Druckgewichten arbeiten will, so muß man auch eine solche Hautstelle dazu nehmen, die so hohe Gewichte tragen kann und sich bei den Versuchen verwenden läßt. Nach vielen Probeversuchen und Erwägungen hat sich zu diesem Zwecke die Dorsalseite des ersten Gliedes des Zeigefingers noch am passendsten erwiesen. Daß ich eine behaarte Hautfläche zu den Druckversuchen verwendete, bedarf einer gewissen Rechtfertigung meinerseits, da die Haare doch als neuer Faktor in die Versuchsanordnung eingehen und die Versuchsbedingungen beträchtlich zu verändern scheinen. Diese Rechtfertigung ist um so notwendiger, als von Frey in seinen mit der »Schwellenwage« angeführten Druckversuchen ausschließlich an unbehaarten Körperstellen gearbeitet hat, gerade weil er die Anwesenheit der Haare als unkontrollierbare Fehlerquelle betrachtete[1]). Ich stimme dieser Motivierung vollständig bei, wenn es sich um so kleine Gewichte handelt, wie sie bei der Bestimmung absoluter Druck- oder Belastungsschwellen verwendet werden, wie es bei von Frey der Fall war. Aber bei den vorliegenden Versuchen kommt erstens die Geschwindigkeit des Aufsetzens und des Wegnehmens der Gewichte von der Hautstelle nicht in Betracht, zweitens wurden die plötzlichen Druckänderungen bei so großen Normaldrucken vorgenommen, daß die Hauthaare während des Versuches fest zusammengedrückt waren, und somit einen Teil

[1]) »Die Versuche wurden sämtlich an der Vola manus sowie an der Beugeseite des Handgelenks, d. h. an unbehaarten Körperstellen, ausgeführt. Die Beschränkung auf die genannten Gebiete hat sich fürs erste als notwendig herausgestellt, weil durch die Anwesenheit der Haare, selbst wenn sie rasiert sind, ganz unkontrollierbare Fehlerquellen in die Versuchsanordnung eingehen.« Max von Frey, Untersuchungen über die Sinnesfunktionen der menschlichen Haut. Im XXXII. Band der Abhandl. der math.-phys. Klasse der Kgl. Sächs. Ges. der Wiss. S. 196.

der praktisch ebenen gedrückten Hautfläche ausmachten. Genau ausgedrückt: durch die Anwesenheit der Haare bei genügend großer Belastung wird nur bewirkt, daß die Hautstelle nicht unmittelbar in allen gedrückten Punkten von der Grundfläche des Stäbchenzylinders berührt wird, sondern daß die Berührung an mehreren dieser Punkte durch die Vermittelung der stark platt gedrückten Haare geschieht.

Um die Hautstelle des zu den Druckänderungsversuchen gewählten Fingergliedes genau fixieren zu können, wurde festgesetzt, bei allen Versuchen die Mitte des Fingergliedes immer genau unter die Mitte der drückenden Kreisfläche zu bringen.

Was die Größe der Berührungsfläche anbelangt, so ließ ich eine Reihe von Kreiszylindern aus Holz drechseln, deren Grundflächen von den Durchmessern 1—8 mm waren, und führte mit diesen acht verschiedenen Stäbchen bei großen Druckgewichten Probeversuche aus. Es stellte sich heraus, daß die Empfindlichkeit bei demselben Druck mit zunehmender Druckfläche sehr rasch abnimmt. Weiter zeigte sich, daß die Schmerzempfindungen desto rascher erscheinen, je größer die Gewichte und je kleiner die Druckflächen sind. Bei Anwendung der Stäbchen von größerer Grundfläche kommt wieder ein Bedenken in Betracht, ob nämlich das gewählte Glied aus morphologischen Gründen eine gleichmäßige Berührung in einer so großen Kreisebene noch zuläßt. Als Resultat dieses Probeverfahrens und der daran geknüpften Betrachtung erwies sich das Stäbchen von 6 mm im Grundflächendurchmesser als das zweckmäßigste.

Bei Stratton betrug die Druckfläche 4 πmm^2. Das Verhältnis der bei den vorliegenden Versuchen verwendeten Druckfläche zu der von Stratton ist annähernd 9 : 4. Wenn das Ergebnis der von Freyschen Untersuchung (»Bei konstanter Druckgeschwindigkeit sind die Reizschwellen der Reizflächen annähernd proportional«[1]) allgemein gültig wäre, so würden, bei derselben Körperstelle und demselben Druckgewicht, die Empfindlichkeiten der gedrückten Hautstellen in meinem und in dem Strattonschen Verfahren bzw. im Verhältnis 4 : 9 stehen. Wenn weiter das Resultat von Dohrn[2]) auch für größere

[1]) A. a. O. S. 203.

[2]) Dr. R. Dohrn, Beiträge zur Druckempfindlichkeit der Haut. In d. Ztschr. für rat. Med. Bd. X (1861), S. 362 ff.

Gewichte gelten würde, so stände, bei gleichem Druckgewichte und gleicher Druckfläche, die Empfindlichkeit der dritten Phalanx des Zeigefingers, vola, zu der Empfindlichkeit der ersten Phalanx desselben Fingers, dorsum, im Verhältnis ungefähr 2 : 1. Stratton benutzte als Hautstelle die Volarfläche der kleinen Fingerbeere, die noch druckempfindlicher zu sein scheint als die Zeigefingerbeere. Hinsichtlich der Hautstelle also würden die Druckempfindlichkeiten in meinem und in dem Strattonschen Verfahren ungefähr im Verhältnis 1 : 2 zueinander stehen. Hinsichtlich der beiden Faktoren zugleich wären sie im Verhältnis 2 : 9. Diese Verallgemeinerung der Resultate von Dohrn und von Frey soll hier nur dazu dienen, um an einem konkreten Zahlenbeispiel die Abhängigkeit zu zeigen, welche zwischen jenen Verschiedenheiten der beiden Versuchsanordnungen und den Versuchsergebnissen bestehen dürfte, wenn z. B. die erwähnten Gesetze experimentell sichergestellt wären.

Stratton gibt nicht an, aus welchem Material das von ihm benutzte Stäbchen bestand; er sagt nur, daß, »um Temperaturempfindungen auszuschließen, das untere Ende des letzteren mit einer dünnen kreisrunden Korkplatte von 4 mm Durchmesser versehen war«[1]). Ich fand bei den Probeversuchen, daß hölzerne Stäbchen zu diesem Zwecke ganz gut dienen können. Die Verwendung einer Korkplatte scheint mir übrigens bedenklich zu sein. Der Kork ist doch leicht deformierbar; bei größeren Druckgewichten könnte leicht, der Oberflächengestaltung der gedrückten Körperstelle entsprechend, sich eine von einer horizontalen Kreisfläche mit gegebenem Durchmesser verschiedene Berührungsfläche bilden. Ich benutzte buchene Kreiszylinder, deren Grundfläche sanft abgerundete Ränder hatte. Die Abrundung erwies sich notwendig, um die Wirkung scharfer Kanten auszuschließen.

III. Andere Faktoren des Versuchsverfahrens.

1. Versuchspersonen.

Die psychologischen Versuche unterscheiden sich von den naturwissenschaftlichen unter anderem auch dadurch, daß die Rollen des Experimentators und des Beobachters in der Regel nicht einer und

[1]) A. a. O. S. 532.

derselben Person zufallen, wie es dort meistens der Fall ist. In unserem Gebiet ist der eigentliche Beobachter die sogenannte Versuchsperson; der Experimentator, der Versuchsleiter, soll nur die Versuche anordnen, anstellen und ausführen. Die Versuchsergebnisse werden unmittelbar in der Form von Aussagen der beobachtenden Versuchsperson gegeben. Die Folge davon ist, daß der kritische Wert der Versuche in erster Linie von der Versuchsperson abhängig ist.

Es gibt gewisse Anforderungen, welche als selbstverständlich an die Versuchspersonen gestellt werden müssen. Die folgenden kommen hier hauptsächlich in Betracht:

1. Das Urteil der Versuchsperson soll absolut nur nach dem unmittelbaren Bewußtseinserlebnis gefällt werden, welches der Reizwirkung folgt und entspricht. Maßgebend sind nur solche Bewußtseinsfaktoren und Bewußtseinstatsachen, die parallel mit der betreffenden Reizwirkung unmittelbar erlebt werden.

In den vorliegenden Versuchen sollten die Versuchspersonen aussagen, ob sie die Veränderung wahrgenommen haben oder nicht, und, im Falle der wahrgenommenen Veränderung, ob sie diese Veränderung als Druckzunahme oder als Druckabnahme wahrgenommen haben. Die Wahrnehmung oder der ganze Komplex von Wahrnehmungen und Empfindungen, deren unmittelbarer Inhalt die Veränderung und deren Merkmale sind, soll einzig und allein Maßstab für die Beurteilung und Aussage sein.

Es kam bei ungeübten Versuchspersonen vor, daß sie ihr Urteil nicht nach der unmittelbar erlebten Wahrnehmung fällten: anstatt zu beobachten, errieten sie vielmehr in diesen Fällen. Ich brauche kaum zu bemerken, daß Versuchspersonen so lange zu den exakten Versuchen unbrauchbar sind, bis sie dieses Stadium der Ungeübtheit und der psychologischen Unreife überschritten haben.

Auch durch von G. E. Müller sogenannte psychische Begleiterscheinungen darf der exakte psychologische Beobachter sein Urteil nicht bestimmen lassen. Zu solchen psychischen Begleiterscheinungen würde nach ihm das Gefühl der Überraschung, der enttäuschten Erwartung und dergleichen gehören. In dieser Beziehung ist jedoch G. E. Müller ziemlich unklar. Wenn man seine einschlagende Ausführung liest, hat man den Eindruck, als ob der Verfasser der

Versuchsperson doch erlaube, das Urteil durch solche Begleiterscheinungen bestimmen zu lassen[1]).

2. Die Versuchsperson soll nur das aussagen, dessen sie subjektiv sicher ist: ein sicheres Urteil soll als sicheres Urteil, eine Vermutung als Vermutung angegeben werden. Ein unsicheres Urteil dürfte nur als unentschieden gelten.

3. Die strenge Gewissenhaftigkeit beim Beobachten und bei der Aussage ist eine zu eklatant selbstverständliche Anforderung, als daß sie noch besonders hervorgehoben werden müßte[2]).

4. Die Versuchsperson sollte bei einem und demselben Versuche und innerhalb derselben Versuchsreihe oder derselben Versuchsgruppe auch in physiologischer und psychologischer Beziehung dieselbe bleiben. Von einer genauen Unveränderlichkeit der physiologischen und psychologischen Bedingungen kann natürlich keine Rede sein; aber jede bewußte Verschiedenheit in diesen Bedingungen, die auf den Gang der Versuche merkbaren Einfluß ausüben könnte, sollte notwendigerweise dem Experimentator mitgeteilt werden. Eine willkürliche Veränderung der Urteilsmaßstäbe, des Aufmerksamkeitsgrades und dergleichen ist absolut unzulässig.

Die Qualität der Versuchsperson wird hauptsächlich durch die Erfüllung der obengenannten Anforderungen bestimmt; weiter hängt sie zusammen mit den Anlagen und Dispositionen, mit dem Maße des

---

[1]) Ich führe den ganzen betreffenden Passus an mit der Anmerkung des Verfassers, die an das Wort »Begleiterscheinungen« geknüpft ist. So lesen wir in den »Gesichtspunkten und Tatsachen der psychophysischen Methodik«:

»Das Urteil hat vielmehr nur über die scheinbare Stärke oder Beschaffenheit der Reize, über den psychologischen Tatbestand zu erfolgen. So soll z. B. in dem Falle, wo eine die Urteilsfaktoren beschränkende, speziellere Instruktion der Versuchsperson nicht stattgefunden hat, das (auf den zweiten Reiz bezogene) Urteil ‚größer' besagen, daß in den durch die beiden Reize bewirkten Empfindungen und unmittelbar erweckten psychischen Begleiterscheinungen ein Moment enthalten war, welches eine Tendenz bedingte, den zweiten Reiz für größer zu erklären als den ersten.«

»Eine psychische Begleiterscheinung im obigen Sinne ist z. B. der Eindruck der Überraschung, der enttäuschten Erwartung. Ferner gehören hierher auch die visuellen Schemavorstellungen, die sich bei manchen Individuen in Anschluß an zu vergleichende Schallstärken oder Zeitstrecken oder gehobene Gewichte mehr oder weniger oft einstellen und das Vergleichungsurteil beeinflussen. Es mag hier bemerkt werden, daß eine Untersuchung über die Zuverlässigkeit dieser die Eindrücke anderer Sinne begleitenden visuellen Schemavorstellungen zurzeit noch nicht vorliegt.«

[2]) Vgl. G. E. Müller a. a. O. S. 20—21.

Interesses für die Versuche und den Gegenstand der Untersuchung, mit der Geübtheit in psychologischen Versuchen und dergleichen. Sie hat aber nichts zu tun mit der durch die Übung erlangten Empfindlichkeit in dem vorliegenden Versuchsgebiete. Es wird z. B. keineswegs eine solche Versuchsperson als die beste für die Versuche mit gehobenen Gewichten gelten können, die höchst empfindlich in Unterscheidung wenig verschiedener Gewichte ist.

Die große Empfindlichkeit in einem gewissen Sinnesgebiete, welche man durch lange Übung erreicht hat, kann gerade die Qualität der Versuchsperson beeinträchtigen. Nehmen wir ein konkretes Beispiel: jemand hat durch viele Versuche mit den gehobenen Gewichten entdeckt, daß man am schnellsten zum Ziele (der sicheren Beurteilung, welches von den beiden Gewichten größer ist) gelangt, wenn man »mit gleich starken motorischen Impulsen beide Gewichte hebt und nach den Wirkungen, welche die gleich starken Impulse an den Gewichten haben, das gegenseitige Verhältnis der letzteren beurteilt«. Eine solche Versuchsperson wäre, wenn sie ausschließlich nach dem beschriebenen Verfahren ihre Urteile bilden würde, geradezu unfähig für die Versuche mit gehobenen Gewichten, wenn diese z. B. zu dem Zweck angestellt wären, um die Richtigkeit der sogenannten Müller-Schumannschen Theorie[1]) zu prüfen. Außerdem würde eine solche Versuchsperson den Faktor außer acht lassen, der vielleicht der wichtigste unter den hier vorkommenden, unmittelbar zu erlebenden psychischen Faktoren ist, nämlich die unmittelbare Wahrnehmung der Schwere des Druckes der gehobenen Gewichte nach unten.

Gelegentlich dieser allgemeinen Bemerkungen betreffs der Versuchsperson erlaube ich mir hier allen den Herren herzlichen Dank auszusprechen, die bei den vorliegenden Versuchen mit großer Bereitwilligkeit und Aufopferung die Güte und Geduld gehabt haben, als Beobachter tätig zu sein. Meine aufrichtige Dankbarkeit gilt besonders den beiden Herren Privatdozenten und Assistenten am psychologischen Laboratorium zu Leipzig, Herrn Dr. Wirth und Herrn Dr. Krueger, weiter Herrn Dr. Urban, Herrn Loria, Herrn Dr. Tsukahara, Herrn Lewitin.

[1]) Vgl. z. B. »Zur Analyse der Unterschiedsempfindlichkeit«. Experimentelle Beiträge von Lillie J. Martin und G. E. Müller. S. 207 ff.

2. Gegenstand der Untersuchung.

Die Feinheit der physikalischen Meßinstrumente nennt man, mit einem der vulgären Psychologie entnommenen Namen, Empfindlichkeit. Dieses Wort kann ohne weiteres in das Gebiet der messenden Psychologie übertragen werden, aber zunächst nur in demselben Sinne, welchen es in der Physik besitzt. Wenn wir von der Empfindlichkeit einer Wage zum Beispiel reden, so verstehen wir darunter die Genauigkeit der Wägungen, welche man mit der Wage noch eben erzielen kann[1]). Im analogen Sinne gebraucht man in der Psychologie das Wort »Empfindlichkeit«, wenn man von der Reizempfindlichkeit und der Unterschiedsempfindlichkeit spricht.

In unsern Versuchen werden nicht Unterschiede als solche unmittelbar beurteilt, sondern das Werden dieser Unterschiede, ihr Zustandekommen, kurz, Veränderungen werden hier beobachtet, wahrgenommen, beurteilt. Deshalb könnte man analog von der Veränderungsempfindlichkeit sprechen. Aber, um Mißverständnisse zu vermeiden, die wegen der Ähnlichkeit der Worte »Empfindung« und »Empfindlichkeit« entstehen könnten, ziehen wir das Wort Veränderungswahrnehmbarkeit vor. Darunter soll man hier aber weiter nichts verstehen, als die Feinheit oder die in dem physikalischen Sinne gemeinte Empfindlichkeit des Drucksinnes für Druckänderungen.

Diese Veränderungswahrnehmbarkeit könnte in mehrfacher Weise nach den einzelnen Arten der Urteile über verschiedene Veränderungen unterschieden werden. So könnte man z. B. eine besondere Wahrnehmbarkeit für die als stark beurteilten Veränderungen statuieren, wieder eine besondere für die als stark beurteilten Druckzunahmen, eine besondere für die als stark beurteilten Druckverminderungen, eine besondere für die eben merkbaren Veränderungen usw. Jede

[1]) Wie eine solche physikalische Empfindlichkeit gemessen wird, das beruht schließlich auf einem Abkommen. Herkömmlicherweise nimmt man z. B. als Maß der Empfindlichkeit einer Wage, bei gewisser Belastung und gewissem Gewichtszusatz, die Tangente des Winkels, um welchen sich der Balken infolge des Gewichtszusatzes gedreht hat. Ebensogut könnte man als Maß jener Empfindlichkeit den reziproken Wert des kleinsten Gewichtszusatzes annehmen, auf welchen, bei gegebener Belastung, die Wage eben noch reagiert. Dieses letztere Maß scheint sich in der Tat viel unmittelbarer darzubieten als das erstere.

dieser verschiedenartigen Veränderungswahrnehmbarkeiten kann auf Grund einer schließlich willkürlichen Festsetzung gemessen werden. Das natürlichste und unmittelbarste Maß scheint immer der reziproke Wert der zu einer bestimmten Urteilscharakterisierung eben nötigen Druckänderung zu sein.

Jede Reizänderung, welche eben notwendig ist, um eine bestimmte Veränderungswahrnehmung auszulösen, heißt Veränderungsschwelle. Es gibt so viele Veränderungsschwellen, als man Veränderungsarten unterscheiden will. Jeder Veränderungsart entspricht eine bestimmte Wahrnehmbarkeit und eine bestimmte Schwelle. So könnte man z. B. folgende acht Schwellen bestimmen:

Veränderungsschwelle in der Richtung der Druckzunahmen,
Deutlichkeitsschwelle für solche Veränderungen,
Zunahmeschwelle,
Deutlichkeitsschwelle für die Druckzunahmen,
Veränderungsschwelle in der Richtung der Druckabnahmen,
Deutlichkeitsschwelle für solche Veränderungen,
Abnahmeschwelle,
Deutlichkeitsschwelle für Druckabnahmen.

Ich verzichtete aber auf die Bestimmung der Deutlichkeitsschwellen und beschränkte somit den Untersuchungsgegenstand auf die Wahrnehmbarkeit der vier Arten von Druckänderung:

1. Druckzunahme, welche nur als Veränderung eben wahrgenommen wurde,
2. Druckzunahme, welche als solche eben erkannt wurde,
3. Druckabnahme, welche nur als Veränderung eben wahrgenommen wurde,
4. Druckabnahme, welche als solche eben erkannt wurde.

Die Versuche wurden bei folgenden Normalreizen ausgeführt: 25, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 g.

3. Wahl der psychischen Maßmethode.

Wir unterscheiden mit Wundt[1]) vier psychische Maßmethoden: die Methode der Minimaländerungen, die Methode der

[1]) Grundzüge [5]. Bd. I, S. 466 ff.

mittleren Abstufungen, die Methode der mittleren Fehler, die Methode der richtigen und falschen Fälle. Nach G. E. Müller[1]) »lassen sich die psychophysischen Methoden im Grunde auf drei Hauptmethoden zurückführen«, die er mit folgenden Namen bezeichnet: die Methode der bestmöglichen Herstellung (abgekürzt Herstellungsmethode), die Grenzmethode und die Methode der konstanten Unterschiede (abgekürzt Konstanzmethode). — Da die beiden letzgenannten mit der ersten und der vierten Wundtschen Methode zusammenfallen, so hätten wir im ganzen fünf[2]) Methoden zur Verfügung. In dem vorliegenden Versuchsgebiet sind aber zwei von ihnen nicht brauchbar, wie das schon aus der Versuchsanordnung einleuchtend ist: die Methode der mittleren Abstufungen und die sogenannte »Herstellungsmethode«. Die Methode der mittleren Fehler ließe sich nur zur Bestimmung zweier Veränderungsschwellen (ohne Angabe der Veränderungsrichtung) anwenden. Also zur Bestimmung aller vier Schwellen haben wir lediglich zwischen zwei Methoden zu wählen: zwischen der Methode der Minimaländerungen und der Methode der richtigen und falschen Fälle.

Um zu ersehen, welche von diesen zwei Hauptmethoden sich mit Rücksicht auf die in der »Einleitung« erwähnten Aufgaben am zweckmäßigsten anwenden ließe, suchte ich zunächst einige Einsicht zu gewinnen in die in diesem Versuchsgebiet in Betracht kommenden psychischen Faktoren, um mich so für eine bestimmte Methode und für eine bestimmte Anwendungsform dieser Methode besser entscheiden zu können. Ich unternahm zu diesem Zweck mehrere Versuchsreihen nach einer kombinierten Form der Methode der Minimaländerungen[3]). Es waren Vollreihen von Vergleichsreizen, deren

[1]) Die Gesichtspunkte usw., S. 2 ff.

[2]) G. E. Müller, a. a. O. S. 10—11, kritisiert die Wundtsche Einteilung. Es scheint mir aber, daß die einschlagenden Bemerkungen nicht zutreffend sind. Der Verfasser hat übersehen, daß die Bestimmung äquivalent erscheinender Reize und die Bestimmung äquivalent erscheinender Reizunterschiede für Wundt nicht selbständige Aufgaben (wie bei ihm selbst), sondern methodische Mittel zur Bestimmung der Unterschiedsempfindlichkeit sind. — Was die »Herstellungsmethode« betrifft, so ist nicht einzusehen, mit welchem Rechte man sie als selbständige psychophysische Methode betrachtet und den übrigen koordiniert.

[3]) Das Verfahren entsprach wesentlich der Methode der unregelmäßigen Variation von Vergleichsreizen, welche Wundt zu gewissen Zwecken empfiehlt. (Grundzüge I. S. 478.)

Zahlenresultate sich zu den Berechnungen sowohl der Minimalmethode, wie auch der Fehlermethode verwenden lassen. Aus diesen Vorversuchsreihen ersah ich zuerst, daß die psychologischen Vorteile der Methode der mittleren Fehler (wenn man sie zur Bestimmung der zwei Veränderungsschwellen anwenden wollte) in vorliegendem Falle durch die Methode der Minimaländerungen sich vollständig erreichen lassen. Übrigens könnte man einen Teil der Zahlenergebnisse der Minimalmethode ohne weiteres auch als Berechnungsmaterial der Methode der mittleren Fehler benutzen. Was aber die Methode der richtigen und falschen Fälle anbelangt, so konnte ich mir vorläufig, ausschließlich auf Grund jener Vorversuchsreihen, kein bestimmtes Urteil bilden, ob sie überhaupt zur Bestimmung unserer vier Schwellen sich anwenden ließe. Aus diesem Grunde schon zog ich vor, mit der Methode der Minimaländerungen die Untersuchung zu beginnen. Im Verlauf der Versuche kam ich aber zu der Einsicht, daß diese Methode in ihren verschiedenen speziellen Formen und Variierungen für die vorliegende Untersuchung in psychologischer Hinsicht bedeutend geeigneter ist, als die Methode der richtigen und falschen Fälle. Deshalb habe ich mit der letzteren nur so viele Versuchsreihen angestellt, als notwendig schienen, um die beiden Methoden, wenigstens in beschränktem Maße, miteinander vergleichen zu können. Das Ergebnis dieser Vergleichung wird an seinem Orte mitgeteilt werden.

Die nun folgenden methodologischen Gesichtspunkte, welche, teils um das angewandte Versuchsverfahren des näheren zu beschreiben, teils um die im Verlaufe der Versuche gewonnenen Resultate gleich zu verwerten, hier erörtert werden, beziehen sich übrigens sowohl auf die Methode der Minimaländerungen, wie auch auf die der richtigen und falschen Fälle.

4. Die Urteilsausdrücke.

In bezug auf Urteilsausdrücke, welcher sich die Versuchsperson bei Untersuchung einer Unterschiedsempfindlichkeit zu bedienen hat, finden wir bei G. E. Müller die folgende Regel: »Nach den vorliegenden Erfahrungen sind die folgenden Urteilsausdrücke als die geeignetsten anzusehen: viel kleiner, kleiner, unentschieden, größer, viel größer. Das Urteil ‚unentschieden' ist abzugeben, wenn sich die

Versuchsperson für keines der andern Urteile mit Sicherheit entscheiden kann, mag sie nun den positiven Eindruck der Gleichheit beider Reize erhalten haben, oder sich in dem Zustande der Unentschiedenheit befinden«[1]). Merkwürdigerweise ist weder in dieser Regel noch in dem ganzen Abschnitt des Verfassers über Urteilsausdrücke der Fall berücksichtigt, welcher gerade in unserem Versuchsgebiet ganz wesentlich ist. Ich meine den Fall, wo man einen positiven Eindruck der Verschiedenheit, der Veränderung hat, ohne »größer« oder »kleiner«, »Zunahme« oder »Abnahme« wahrgenommen zu haben.

Betreffs der Urteilsausdrücke müssen wir ferner zweierlei unterscheiden: die äußere Form, in welcher der Beobachter sein Bewußtseinserlebnis kundgibt, und die numerische Verwertung dieser protokollierten Äußerungen. Diese äußere Form der anzuwendenden Ausdrücke wird manchmal der Versuchsperson im voraus vorgeschrieben. So verfuhren z. B. die Versuchsleiter der Reihen, welche als Grundlage zur »Analyse der Unterschiedsempfindlichkeit« von Lillie J. Martin und G. E. Müller dienen sollten[2]). Man kann aber auch den Versuchspersonen in dieser Beziehung Freiheit lassen. Auf diese Art wurden sämtliche Versuchsreihen der vorliegenden Untersuchung ausgeführt. Der Beobachter konnte sich beliebiger Urteilsausdrücke bedienen. Die Instruktion in dieser Richtung bestand nur darin, daß man bei den Vorversuchen der Versuchsperson erklärte, um was es sich handelte, und ihr dringend empfahl, nur das zu sagen, was sie ganz sicher entweder empfunden, oder wahrgenommen, oder auf Grund des unmittelbar erlebten Wahrnehmungstatbestandes geurteilt habe. Außerdem wurde der Beobachter nach dem gefällten Urteil manchmal befragt, ob er z. B. deutlich eine gewisse Veränderung wahrgenommen habe. Ich habe den Beobachtern die Wahl der zu gebrauchenden Ausdrücke deshalb vollständig freigestellt, weil ich hoffte, dadurch eine nicht unwichtige Belehrung darüber zu erlangen, was das beobachtende Bewußtsein bei den betreffenden Versuchen unmittelbar erlebt, was es hier in erster Linie apperzipiert. Das Ergebnis der bei dieser Gelegenheit gewonnenen Erfahrungen werde ich an seinem Orte mitteilen.

[1]) A. a. O. S. 12.

[2]) Vgl. S. 7 ff. der betreffenden Abhandlung.

Gleich hier möchte ich nur eine kleine Beobachtung erwähnen, welche sich nebenbei, auf Grund der von den Versuchspersonen gebrauchten Ausdrucksweise, machen ließ. Wenn die Versuchsperson den Deutlichkeits- und Merklichkeitsgrad einer wahrgenommenen Veränderung angab, so tat sie das fast ausnahmslos in folgender Weise: »Verändert (oder bzw. Abnahme oder Zunahme) deutlich«; nicht aber: »Deutlich verändert« u. dgl. Es hat sich hier experimental bestätigt, was L. J. Martin und G. E. Müller aus theoretischer Erwägung als zutreffend fanden[1]). Ebenso sagt man gewöhnlich: »Veränderung, stark«, oder »Abnahme, schwach« u. dgl.; nur in den Fällen, wo die Stärke der wahrgenommenen Veränderung der Versuchsperson als ganz außerordentlich intensiv oder auch als unerwartet klein auffiel, sagte sie z. B.: »ganz kolossale Zunahme«, »ganz leise Verminderung« u. dgl.

Was die Protokollierung und die numerische Verwertung der gemachten Äußerungen betrifft, so kann man natürlich alle Urteilsausdrücke und Bemerkungen der Versuchspersonen zu Protokoll nehmen, wenn man es will oder als nützlich betrachtet, aber zur numerischen Verwertung muß man gewisse Äußerungen als gleichwertig betrachten und jede einzelne von ihnen in die betreffende Klasse von Urteilsausdrücken eintragen. Wie viele von solchen Klassen man unterscheiden soll, das hängt von dem Umfang des Untersuchungsgegenstandes und dem Zweck der Untersuchung ab. Jedenfalls müssen die einzelnen Klassen eindeutig definiert werden. Jede von ihnen umfaßt alle Äußerungen, welche im Sinne jener Definition von demselben Werte sind.

Wenn wir z. B. bei den vorliegenden Versuchen zu jedem Normalreiz vier Schwellen bestimmen wollen, müssen wir zunächst folgende Urteilsklassen unterscheiden:

1) Urteile, deren Inhalt eine wahrgenommene Druckzunahme ist,
2) Urteile, deren Inhalt eine wahrgenommene Druckabnahme ist,

---

[1]) »Um den Versuchspersonen den oben hervorgehobenen Gesichtspunkt, daß es sich bei der Methode der konstanten Unterschiede jedesmal in erster Linie um die Entscheidung darüber handelt, ob ein Unterschied merkbar ist oder nicht, und bzw. in welcher Richtung dieser Unterschied liegt, möglichst gegenwärtig zu erhalten, wurden an die Stelle der Ausdrücke ‚deutlich größer' und ‚deutlich kleiner' späterhin die Ausdrücke ‚größer deutlich' und ‚kleiner deutlich' gesetzt.« A. a. O. S. 9—10.

3) Urteile, deren Inhalt nur eine wahrgenommene Veränderung ist,

4) Urteile, deren Inhalt keine sicher wahrgenommene Veränderung ist.

Auf Grund dieser vier Arten von Urteilen und ihnen entsprechender Urteilsausdrücke ist es erst möglich, unsere vier Veränderungsschwellen zu berechnen.

Als gleichwertig mit den Urteilen z. B. der letzten Klasse werden hier solche Urteilsausdrücke behandelt, wie: »unbestimmt«, »unentschieden«, »nichts Sicheres«, »keine Veränderung«, »vermutlich Veränderung«, »Veränderung, nicht sicher« usw. Diesem Beispiel analog soll man die Gleichwertigkeit der Urteile verstehen, welche jeder der übrigen Klassen angewiesen werden.

Wenn man nur die Veränderungsschwelle bestimmen sollte, die Angabe der Veränderungsrichtung also nicht berücksichtigen würde, so würden in diesem Fall die drei ersten Klassen nur eine Klasse konstituieren: die Vermehrungs- und Verminderungsurteile würde man für gleichwertig mit den Veränderungsurteilen halten. Wenn man seine Untersuchung nur auf die Richtungsschwellen beschränken wollte, so würde man die beiden letzten Klassen in eine zusammenziehen: ein Veränderungsurteil ohne Richtungsangabe würde unter dieser Voraussetzung zu den unentschiedenen Fällen gehören. In keinem Falle aber, weder bei der Bestimmung irgendeiner Veränderungsschwelle, noch irgendeiner Unterschiedsschwelle, scheint die Unterdrückung der unentschiedenen Fälle zulässig zu sein. Es gab Forscher (Jastrow, Higier, Marcel Foucault), welche das taten, indem sie der Versuchsperson vorschrieben, »unter allen Umständen einen der beiden Reize als größer zu bezeichnen«. Ein derartiges Verfahren ist von G. E. Müller mit vollem Recht als durchaus verwerflich[1]) gerügt. Wenn man so verfährt, läßt man die Versuchsperson nicht nach dem unmittelbar erlebten Empfindungs- und Tatbestande die wahrgenommenen Unterschiede oder Veränderungen beurteilen, sondern man läßt sie einfach vermuten, erraten. Solche Vermutungsexperimente können meinetwegen zu besonderen, auch psychologischen Zwecken angestellt werden, aber sie haben mit den exakten

[1]) A. a. O. S. 14—15.

psychophysischen Bestimmungen der Unterschiedsempfindlichkeit nichts zu tun.

Diese kritische Bemerkung bezieht sich selbstverständlich allein auf die Ausschließung der »unentschiedenen Fälle«, welche unserer vierten Klasse der Urteilsausdrücke entsprechen, nicht aber auf die Ausschließung der Verschiedenheits- oder Veränderungsfälle (unserer dritten Klasse). Auch in solchen Versuchsgebieten, wo die positiven Verschiedenheitswahrnehmungen (ohne Bewußtsein der Richtung) vorkommen, könnte man seinen Untersuchungsgegenstand so beschränken, daß man derartige Fälle zu den »unentschiedenen« rechnen würde[1]). Nur das muß ich mit Nachdruck hervorheben, daß es solche Versuchsgebiete gibt, in welchen ausgeprägte positive Verschiedenheitsfälle ganz regelmäßig vorkommen, ohne daß man dabei auch die leiseste Spur von dem Richtungseindrucke wahrnimmt. Ein solches Gebiet ist eben auch das vorliegende. Die Untersuchung der Verschiedenheitsfälle und der Verschiedenheits- oder Veränderungsschwelle ist aber psychologisch mindestens ebenso wichtig in diesem Gebiete, wie die Bestimmung der Richtungsschwellen. Deshalb meine ich, daß die prinzipielle Gleichsetzung dieser Fälle mit den »Gleichheits- und Unentschiedenheitsfällen« bei der numerischen Verwertung der Resultate — wie G. E. Müller vorschreibt — im allgemeinen nicht statthaft ist[2]).

Ich habe die Frage nach den Urteilsausdrücken etwas ausführlicher erörtert, da von ihrer richtigen Stellung und Lösung die Bedeutung und Verwertung der Versuchsergebnisse des zu untersuchenden Gebietes in hohem Grade abhängig ist.

---

[1]) Vgl. G. E. Müller, a. a. O. S. 14: »In manchen Versuchsgebieten kommen Fälle vor, wo zwar das Vorhandensein eines Unterschieds behauptet wird, nicht aber zugleich auch die Richtung des Unterschieds angegeben werden kann. Diese in den meisten Versuchsgebieten seltenen Fälle sind ähnlich wie die angeblichen Gleichheitsfälle zu behandeln, d. h. in ihrer Besonderheit zu Protokoll zu nehmen, bei der numerischen Verwertung aber im allgemeinen zu den unentschiedenen Fällen zu rechnen.« Dieselbe Vorschrift gibt der Verfasser in bezug auf die »Grenzmethode« (S. 164).

[2]) Auch die Anmerkung des Verfassers auf der Seite 168 in bezug auf kontinuierliche Reizänderungen bezieht sich nur auf allmähliche Veränderungen, rechtfertigt also keineswegs die Außerachtlassung der plötzlichen Veränderungen.

5. Die Urteilszeiten.

Unter der Urteilszeit verstehe ich hier diejenige Zeit, die von der Einwirkung der Druckänderung ab bis zum Beginn der Urteilsäußerung verfließt. Man könnte nicht uninteressante psychologische Aufschlüsse dadurch gewinnen, daß man systematisch und kritisch die Zeiten bestimmt, welche die verschiedenen Beobachter bei den verschiedenen Bedingungen zur Fällung ihrer Urteile brauchen [1]). Von der genauen und systematischen Messung der Urteilszeiten sah ich ab. Das Ergebnis der beiläufig gemachten Beobachtungen betreffs derselben teile ich im folgenden mit.

Am schnellsten wurden die Urteile gefällt, wenn die objektiven Druckvermehrungen weit über der Zunahmeschwelle waren. In solchen überdeutlichen Fällen folgte die Aussage gleich unmittelbar auf die Reizeinwirkung. Fast mit derselben Schnelligkeit beurteilte man die seltenen Fälle der überdeutlichen Druckerleichterung. Die letztgenannten Fälle kamen selten vor, weil so starke Druckverminderungen, wie sie zu dieser Überdeutlichkeit nötig waren, nur selten angewandt wurden. Solche rasch gefällten Urteile wurden auch gewöhnlich mit starker Betonung und besonderer Lebhaftigkeit geäußert.

Etwas länger, bis 1 Sek., dauerten die Urteilszeiten, wenn es sich um ganz sichere und wahrscheinlich nicht unerwartete Vermehrungen handelte. Die Betonung dabei war stark, aber nicht so lebhaft wie vorher, auch das Sprechtempo war etwas langsamer.

Noch länger, bis 2 Sek., waren die Urteilszeiten bei der Wahrnehmung mancher Vermehrungen in der Gegend der Schwelle und der ausgeprägten Verminderungen in der überschwelligen Region. Ebensolange, 1 bis 2 Sek., dauerten die Urteilszeiten für ganz sichere und ganz deutliche Wahrnehmungen der richtungslosen Veränderungen, wie auch in Fällen, wo man ganz sicher keine Veränderung wahrnahm. Der Sprechton war entschieden, das Sprechtempo und die Betonung ganz wie in alltäglichen Behauptungssätzen.

---

[1]) Vgl. darüber: G. E. Müller, Die Gesichtspunkte S. 15—16; L. J. Martin und G. E. Müller, Zur Analyse der Unterschiedsempfindlichkeit S. 196—206.

Am längsten, manchmal bis 5—6 Sek., mußte man warten auf die gewöhnlichen Verminderungsurteile, außer den wenigen obenerwähnten Fällen. Ebensolange dauerten die Urteilszeiten für die andern richtungslosen Veränderungswahrnehmungen und bei den andern »unentschiedenen« Fällen. Die Äußerungen klangen gewöhnlich bescheidener, die Sprechgeschwindigkeit war kleiner als bei den kürzeren Urteilszeiten.

Diese Bemerkungen beziehen sich auf alle Versuchspersonen mit einziger Ausnahme des Herrn Dr. Tsukahara (eines Japaners). Die individuelle Verschiedenheit der Temperamente bei den übrigen Beobachtern bewirkte keine merklichen Unterschiede betreffs der obigen allgemeinen Regelmäßigkeiten. Tsukahara aber verhielt sich ganz anders: bei ihm waren die Urteilszeiten fast immer von derselben Dauer, ungefähr $1^1/_2$—2 Sek., auch der Ton und die Schnelligkeit der Sprache schienen mir bei allen Urteilsäußerungen immer dieselben zu sein. Es war die Sprechweise einer gleichgültigen Salonunterhaltung.

Während der Zeit der Überlegung, des Besinnens störte den Beobachter jedes, auch das leiseste Geräusch. Man mußte den Versuch wiederholen, wenn eine solche Störung vorgekommen war. Einige recht interessante Beobachtungen hinsichtlich derartiger Urteilshemmungen verdanke ich dem folgenden Umstande: manchmal kam es vor, daß infolge der Ungeschicklichkeit des Experimentators der bis zu der Urteilsäußerung in der Regel festgehaltene seitliche Hebel vorzeitig losgelassen wurde, was ein Geräusch verursachte; in solchen Fällen war es dem Beobachter im allgemeinen unmöglich, die Veränderung zu beurteilen, auch wenn sie in der überschwelligen Region lag und das Geräusch nicht in die erste Sekunde nach der Reizeinwirkung fiel. Ich konnte mir diese Erscheinung nicht anders als daraus erklären, daß das Erinnerungsbild der erlebten Veränderungswahrnehmung durch das Geräusch völlig verschwand. Nur in Fällen ganz ausgeprägter Veränderungswahrnehmung konnte der Beobachter, auch nach der Störung, das sichere Urteil fällen. Die Eindringlichkeit der Wahrnehmung ließ sie nicht so leicht vergessen, wie es bei weniger ausgeprägten Wahrnehmungen der Fall war.

6. Die Urteilsrichtung.

Bei der Untersuchung der Unterschiedsempfindlichkeit der diskreten Reize spielt eine große Rolle die Richtung[1]) nach dem einen oder dem andern Reize hin, welche das Urteil einschlägt. Wenn es sich aber um die Untersuchung der Veränderungswahrnehmbarkeit handelt, scheint die Frage nach der Urteilsrichtung von selbst ganz einfach gelöst zu werden. Hier hat der Beobachter nicht zwei Reize, zwei Druckeindrücke zu verzeichnen, sondern das Werden des sogenannten Vergleichsreizes unmittelbar zu beobachten. Dieses Werden, das Zustandekommen der Veränderung des Druckreizes wird unmittelbar apperzipiert; direkt auf die Druckänderung wird die Aufmerksamkeit und das Urteil gerichtet. Um diesen tatsächlichen Sachverhalt bei der Beobachtung und Beurteilung der zu untersuchenden Erlebnisse festzustellen, stellte ich den Versuchspersonen stets vollständig frei, ob sie ihre Urteile auf die Veränderung oder auf die beiden Reize, auf den Normalreiz oder auf den Vergleichsreiz beziehen wollten. Das Resultat dieses Verfahrens mit ganz freier Urteilsrichtung war das folgende:

In keinem einzigen Falle bezog die Versuchsperson ihre Urteilsäußerung auf den ersten Reiz, den Normalreiz, sie sagte niemals: »Der erste Druck war größer oder kleiner«. Auch sagte sie niemals: »Die Drucke sind verschieden, unterscheiden sich«; sondern man bezog die Aussage in den Fällen der richtungslosen Veränderung auf die Veränderung selbst, man sagte: »Verändert«, oder »Veränderung«, oder »Nicht ganz glatt, wie vorher« (d. h. wie in dem vorhergehenden Versuche), oder »Ja, etwas habe ich gespürt«. Bei der Angabe der Veränderungsrichtung sagte man z. B. »Zunahme«, »Abnahme« — »Zugenommen«, »Abgenommen«; »Vermehrt«, »Vermindert«, »Schwerer«, »Leichter« u. dgl. Niemals nannte man in dem letzten Falle bei der Äußerung ausdrücklich das grammatische Subjekt des Satzes. Aus diesem Verhalten der Beobachter bei der ihnen überlassenen Urteils- und Ausdrucksweise darf man wohl schließen, daß das Urteil stets unmittelbar auf die Veränderung selbst sich bezog und erst nach Charakterisierung der Veränderungswahrnehmung die

[1]) Vgl. G. E. Müller, Die Gesichtspunkte S. 16—19.

Veränderungsrichtung angab. Die ganz besonders von einer Versuchsperson bevorzugten Ausdrücke »Schwerer«, »Leichter« waren meines Erachtens nur abgekürzte Sprechweisen für die längeren Worte: »Erschwerung« und »Erleichterung«. Es ist aber möglich, daß der betreffende Beobachter an den Vergleichsreiz dabei dachte. Bei dieser letzten Voraussetzung könnte man nun in bezug auf ihn, aus den Ausdrücken allein, nicht mit Sicherheit feststellen, ob er seine Aufmerksamkeit und seine Urteile bei der Wahrnehmung der Veränderungsrichtung nicht direkt auf den zweiten Druckreiz bezog.

Aus der Beobachtung an mir selbst als Versuchsperson und aus den Mitteilungen über die Selbstbeobachtungen, welche ich den als Versuchspersonen fungierenden Herren verdanke, kam ich zu demselben Schluß hinsichtlich der Urteilsrichtung, welchen ich aus den Urteilsausdrücken gezogen hatte: man beurteilt unmittelbar und direkt die Veränderung selbst, sie ist adäquater Reiz für Veränderungswahrnehmungen. Erst nach dem Charakter, oder auch in Verminderungsfällen nach der vollzogenen Analyse der Veränderungswahrnehmung beurteilt man noch die Richtung der Druckänderung.

7. Unwissentlichkeit des Verfahrens.

Auf die Versuchsergebnisse ist es von Einfluß, wenn der Beobachter bei einzelnen Versuchen eine Kenntnis hinsichtlich des objektiven Reizes und des Versuchsverfahrens hat. In bezug auf diesen Umstand muß man bei den Versuchen über die Unterschiedsempfindlichkeit und speziell über die Veränderungswahrnehmbarkeit verschiedene Arten des wissentlichen und bzw. des unwissentlichen Verfahrens unterscheiden.

Das Verfahren ist ganz wissentlich, wenn die Versuchsperson bei jedem Versuche alles kennt und weiß, was den Versuch betrifft, also das Versuchsverfahren in allen Einzelheiten, die Größe der beiden Reize, die Richtung der Veränderung. Das Verfahren ist ganz unwissentlich, wenn die Versuchspersonen nichts davon kennen und wissen. Zwischen diesen extremsten Fällen, welche in ihrer Reinheit wohl niemals vorkommen, sind die mannigfaltigsten Arten und Variierungen enthalten. Jedes in der psychologischen Praxis angewandte Verfahren wird teilweise wissentlich, teilweise unwissentlich gewesen sein.

Als eine außerhalb der eben angedeuteten Mannigfaltigkeit stehende Art des Verfahrens ist die zu betrachten, welche von G. E. Müller »in herkömmlicher Weise«[1]) halb wissentliches Verfahren genannt wird. Dieses Verfahren besteht darin, daß »der Versuchsperson jedesmal unmittelbar nach der Urteilsabgabe das wirkliche Verhalten der beiden Reize mitgeteilt wird«.

Der Frage nach dem Einfluß der Wissentlichkeit des Verfahrens auf die Versuchserlebnisse des Beobachters und auf die Resultate wandte ich bei meinen Versuchen ganz besondere Aufmerksamkeit zu. Einen Teil der Versuchsreihen habe ich speziell zu dem Zweck angestellt, um jenen fraglichen Einfluß festzustellen.

Das sog. »halbwissentliche«[2]) Verfahren habe ich nur bei den Vorversuchen angewandt. Bei den eigentlichen Versuchen habe ich es niemals benutzt und die Untersuchung desselben nicht unternommen, weil die Sache mir schon bei den Vorversuchen erledigt zu sein schien. Dieses Verfahren leistete bei der ersten Einübung der Versuchspersonen gute Dienste. Aber auch bei den Vorversuchen habe ich es nur sehr sparsam benutzt, nur nach wenigen einzelnen Versuchen, weil ich befürchtete, daß die Versuchsperson sich leicht eine unrichtige Praxis bei der Beobachtung und Urteilsbestimmung dadurch aneignen könnte. Diese wenigen Vorversuche mit der unmittelbar folgenden Belehrung der Versuchsperson waren fast alle Druckverminderungen, welche bedeutend über der Abnahmeschwelle lagen; ihr unmittelbarer Zweck war, der Versuchsperson die Erkennung der Druckabnahme einigermaßen leichter oder eventuell auch möglich zu machen. Hinsichtlich der Druckzunahme bedurfte die Versuchsperson keiner solchen nachträglichen Belehrung: sie wurde schon in den ersten Vorversuchen ohne Schwierigkeit als solche erkannt.

Was den Einfluß der Wissentlichkeit oder Unwissentlichkeit des Verfahrens im eigentlichen Sinne dieser Worte auf den Gang der Versuche und deren Resultate anbelangt, so möchte ich in erster Linie eine große individuelle Verschiedenheit in dieser Beziehung

[1]) A. a. O. S. 23.

[2]) Der Name ist ganz unzutreffend und scheint im Widerspruch zu stehen mit der Definition des »ganz unwissentlichen« und des »wissentlichen« Verfahrens, die G. E. Müller a. a. O. aufstellt.

hervorheben. Es gibt Versuchspersonen, welche beim Beobachten und Beurteilen ganz unruhig werden, sich augenscheinlich quälen und nicht gut beobachten können, wenn das Verfahren und die Bedingungen der Versuche ihnen völlig oder hauptsächlich unbekannt sind. Zu diesem Typus scheinen die Beobachter zu gehören, welche in andern psychologischen Versuchsgebieten sonst sehr geübt sind, aber Versuche des betreffenden Gebietes zum erstenmal unternehmen. Mit wachsender Übung vermindert sich der Abscheu vor dem unwissentlichen Verfahren. Von einem ganz andern Typus sind solche Versuchspersonen, die beim wissentlichen Verfahren das Interesse für die Sache verlieren und leicht zu schlechten psychologischen Beobachtern werden. Bei den Versuchspersonen, mit welchen ich die vorliegenden Versuche angestellt habe, bin ich noch einem dritten Typus begegnet, der in einem Beobachter in ganz prägnanter Weise vertreten war. Für diesen Beobachter schien es ganz gleichgültig zu sein, ob das Verfahren wissentlich oder unwissentlich war. Er trat an die Versuche immer mit demselben Interesse heran und ließ sich in der Beobachtung und Beurteilung auf keine merkbare Weise beeinflussen.

Noch einige spezielle Resultate hinsichtlich der Wissentlichkeit des Verfahrens sollen zusammen mit den sich auf die Methode der Minimaländerungen beziehenden Resultaten angegeben werden.

B. Bestimmung der Schwellen.

I. Natur der Schwelle.

Die Wahrnehmung der Reizveränderung ist ein psychischer Akt, welcher hinsichtlich seiner Entstehung und seines Charakters von der ganzen Mannigfaltigkeit verschiedener Faktoren, der Versuchsumstände und der Versuchsbedingungen, abhängt. Bei einem gegebenen Normalreiz ist sie in erster Linie von der Größe der Reizänderung abhängig und durch dieselbe definierbar. Der größeren Reizänderung entspricht im allgemeinen eine eindringlichere und ausgeprägtere Wahrnehmung, der kleineren Reizänderung geht eine weniger ausgeprägte und weniger deutliche Wahrnehmung parallel. Die kleinste Reizänderung, welche unter den gegebenen Umständen und Bedingungen noch eben in bezug auf ein gewisses sie charakterisierendes Merkmal merkbar, wahrnehmbar ist, ist nun gerade die wichtigste Größe bei

der Bestimmung der Unterschiedsempfindlichkeit oder der Veränderungswahrnehmbarkeit: sie ist eben die Unterschieds- oder Veränderungsschwelle. Jede von den vier Veränderungsschwellen, welche wir oben (S. 238) unterschieden, ist eine auf die angedeutete Weise streng und exakt definierbare Größe[1]). Wir haben keinen Grund, anzunehmen, daß diese Größe unter ganz denselben Versuchsbedingungen und -umständen nicht konstant wäre. Die Versuchsumstände und -bedingungen aber werden von Fall zu Fall verschieden. Diese Verschiedenheit wird teils bewußterweise und zweckmäßig durch den Experimentator herangezogen, teils aber tritt sie von seinem Willen unabhängig ein. Die Verschiedenheit letzterer Art läßt sich teilweise erkennen und feststellen, teilweise aber entzieht sie sich vollständig dem Wisssen und Erkennen des Experimentators. Man kann folglich die Versuche nur unter annähernd konstanten Bedingungen anstellen und ausführen: ihnen entsprechen also nur ebenso annähernd konstante Schwellen. Sie lassen sich beim Wiederholen der Versuche und der Versuchsreihen nur mit größerer oder kleinerer Wahrscheinlichkeit bestimmen: je nachdem die Versuchsbedingungen und Umstände von jener annähernden Konstanz weniger oder mehr abgewichen sind.

Es ist demnach kaum zu erwarten, daß die Wiederholung einer Versuchsreihe genau denselben Schwellenwert ergibt: denn es ist kaum anzunehmen, daß die Versuchsbedingungen in beiden Fällen genau dieselben sind. Wir haben eigentlich mit so vielen Schwellen zu tun, als Versuchsreihen zum Zwecke der Bestimmung einer gewissen Schwelle ausgeführt werden. Jedesmal aber ist die Schwelle durch die Reizänderung und die Versuchsbedingungen und -umstände eindeutig determiniert.

Da die richtige Auffassung des Schwellenbegriffs für die psychophysische Methodik von großer Wichtigkeit ist, will ich hier eine kritische Bemerkung mir erlauben in bezug auf die einschlagende Auslassung G. E. Müllers. Er spricht von zwei Betrachtungsweisen: man könne erstens die Schwelle als eine unter gleichen Versuchsbedingungen konstante Größe ansehen; man könne aber zweitens

[1]) Das läßt sich keineswegs von den sog. Überschwellen, überdeutlichen Schwellen oder Deutlichkeitsschwellen und dergleichen sagen.

auch die Schwelle als zufällig variabel und das D als von den zufälligen Fehlervorgängen nicht beeinflußt ansehen. Die erstere dieser beiden Betrachtungsweisen sei von Fechner, von ihm in seiner »Grundlegung« und danach auch von Merkel, Bruns u. a. benutzt worden, die zweite dagegen sei seiner späteren Publikation zugrunde gelegt worden. Ferner sei letztere Darstellungsweise zugleich auch diejenige, welche als ein unmittelbarer Ausdruck des Tatsächlichen zu gelten habe. »Denn die Erfahrung zeigt uns in der Tat, daß die Schwelle, d. h. der Wert, den ein Reiz oder ein Reizunterschied überschreiten muß, damit ein bestimmtes auf ihn bezügliches Urteil abgegeben werde, bei den Versuchen in zufälliger Weise hin und her schwankt.« [1]) — Gegen diese Auffassungsweise des Verfassers bemerke ich folgendes: Es ist zuerst nicht zu ersehen, wie die Erfahrung Zufälligkeit der Schwellenschwankung uns zeigen kann. Zweitens: die Erfahrung, je genauer man sie erkennt, zeigt uns desto genauer, daß die »Schwankungen« der jedesmaligen Schwelle von den Schwankungen der Versuchsbedingungen abhängen. Drittens: die Erfahrung zeigt uns jedesmal nur den Schwellenwert, welcher den betreffenden Versuchsbedingungen entspricht. Viertens: Es ist nicht zu verwundern [2]), daß man in verschiedenen Versuchsreihen verschiedene Schwellen bekommt, sondern es wäre eher zu verwundern, wenn man in zwei verschiedenen Versuchsreihen eine und dieselbe Schwelle bekäme.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß der Verfasser sich nur unklar ausdrückt; denn die Sache ist zu einfach, und von einem reellen Meinungsunterschied hierüber kann kaum die Rede sein. Aber diese Unklarheit beeinträchtigt in hohem Maße eine richtige und kritische Auffassung der methodologisch-prinzipiellen Gesichtspunkte. Ich komme später noch darauf zurück.

II. Faktoren der Schwellenveränderlichkeit.

Die unabhängig veränderlichen Größen, von welchen die jedesmalige Schwelle abhängt, sind alle Versuchsbedingungen und Versuchsumstände, unter denen die betreffende Versuchsreihe zustande

[1]) A. a. O. S. 59—60.
[2]) Vgl. a. a. O. S. 110.

kommt. Wie viele Versuchsfaktoren ihre Wirksamkeit ausüben, so viele Inkonstanzfaktoren beeinflussen die Resultate der Versuche, die Bestimmung der Schwellen. Wie in dem vorhergehenden Kapitel schon angedeutet wurde, ist es eine Tatsache der Erfahrung, daß die Versuchsumstände und -bedingungen des psychologischen Experimentes sich von Fall zu Fall in mehrfacher Richtung und in verschiedenem Maße ändern. Der wesentlichste Faktor besteht im Hervorbringen der Reizänderungen. Die Veränderlichkeit dieses Faktors wird durch den Experimentator zweckmäßig angewendet und verwertet. Darin besteht eben wesentlich das psychologische Experimentieren. Um aber richtige Schlüsse daraus ziehen zu können, muß der Experimentator jener Veränderlichkeit möglichst auf den Grund gehen, welche mit der ersten, der Reizveränderlichkeit, im Bewußtsein des Beobachters und in seinen Urteilen parallel läuft. Er muß feststellen, inwiefern diese zweite Veränderlichkeit von der ersten, der unabhängigen, ferner von dem physischen und psychischen Zustand des Beobachters, von seinen Dispositionen und von seinem ganzen Verhalten, wie auch von den die Versuche begleitenden Erscheinungen und Ereignissen unmittelbar und mittelbar, direkt und indirekt abhängig ist.

Im folgenden werden die hauptsächlichsten Veränderlichkeitsfaktoren erörtert. Sie sind teils wesentliche Versuchsbedingungen, teils begleitende Umstände und Erscheinungen.

1. Die Reizänderungen und ihre Reihenfolgen.

Wenn der Normalreiz N um den Betrag D vermehrt wird, so heißt $+ D$ positive Reizänderung, es entspricht ihr in den vorliegenden Versuchen eine Druckvermehrung (um D gr). Wenn der Normalreiz um D vermindert wird, so ist $- D$ negative Reizänderung, die unserer Druckverminderung entspricht. Der absolute Betrag, um welchen sich zwei Reizänderungen in zwei nacheinander folgenden Versuchen unterscheiden, wird bei der Anwendung der Methode der Minimaländerungen Stufe genannt. Dieselbe Bezeichnung werde ich für die eben definierte Größe auch bei der Besprechung der Methode der richtigen und falschen Fälle gebrauchen.

Es ist Erfahrungstatsache, daß bei anscheinend konstanten übrigen Versuchsumständen und -bedingungen erstens verschiedene Ände-

rungen desselben Normalreizes und sich voneinander nicht merkbar unterscheidende Empfindungskomplexe und Wahrnehmungen sich häufig entsprechen, zweitens daß derselben Reizänderung verschiedene Wahrnehmungen und Urteile manchmal parallel gehen. Je weniger voneinander verschieden die Reizänderungen sind, desto häufiger kommen Fälle der ersteren Art vor; je beträchtlicher der Größenunterschied der Reizänderungen ist, desto seltener geschieht es, daß man die Verschiedenheit nicht wahrnimmt. Die Fälle zweiter Art kommen in der Regel nur dann vor, wenn die Reizänderung in die Umgebung der betreffenden Schwelle fällt. Beträchtlich oberhalb und beträchtlich unterhalb der Schwellenregion kommen sie nur ganz ausnahmsweise vor.

Auf Grund dieses allgemeinen Erfahrungsergebnisses fragt es sich, welche Reizänderungen bei einem gegebenen Normalreize in einer anzustellenden Versuchsreihe anzuwenden sind. Das ist eine Frage, die nur von Fall zu Fall experimentell entschieden werden kann. Theoretische Betrachtungen und praktische, aus ganz andern Versuchsgebieten erfahrungsgemäß herangezogene Regeln können leicht die Erreichung des eigentlichen Zieles der psychologischen Versuche beeinträchtigen. Übrigens kann diese Frage ohne Rücksicht auf andere psychologische Tatsachen in demselben Versuchsgebiet richtig nicht beantwortet werden. Man muß zunächst sehen, welchen Einfluß die Folge der einzelnen Versuche auf das beobachtende Bewußtsein hat, in welcher Beziehung die angewandten oder anzuwendenden Stufen zu der Wahrnehmung und Beurteilung der Reizänderungen stehen.

Einige markantere Tatsachen und Erfahrungen in dieser Hinsicht sind die folgenden:

1. Kleine Stufen ermüden den Beobachter und verringern sein Interesse, besonders bei den Versuchen in den unterschwelligen Regionen.
2. Große Stufen machen den Beobachter weniger empfindlich für die kleinen.
3. Eine absteigende Stufenfolge adaptiert den Beobachter auf kleinere Reizänderungen.
4. Wenn einer hinsichtlich der Richtung übermerklichen Reizänderung eine sonst in derselben Beziehung untermerkliche

unmittelbar folgt, kommt sehr häufig eine Kontrastwirkung zum Vorschein: nach einer deutlichen Druckvermehrung nimmt man oft eine darauf folgende, sonst hinsichtlich der Richtung untermerkliche Veränderung (sowohl negative als positive) als eine Druckverminderung, und, obgleich seltener, umgekehrt.

5. Eine Reizänderung, welche nicht untermerklich ist, wird durch die vorhergehende entgegengesetzte Reizänderung, welche noch als die Richtungsänderung erkannt war, in ihrer eigenen Richtung als verstärkt wahrgenommen. Das ist eine andere Wirkung des Kontrastes.
6. Die Kontrastwirkung erstreckt sich gewöhnlich nur auf die unmittelbar folgende Stufe.
7. Wenn zwei ganz gleiche Reizänderungen aufeinander folgen, wird die zweite in der Regel mit größerer Eindringlichkeit wahrgenommen und richtiger beurteilt, und bei nochmaliger Wiederholung derselben Reizänderung wird die Wahrnehmung und Beurteilung der vorangehenden ähnlich.
8. Gleichen Stufen gehen nicht gleiche Veränderungswahrnehmungen parallel.
9. Wenn (bei der herkömmlichen Anwendung der Methode der Minimaländerungen) einer aufsteigenden Stufenreihe eine absteigende unmittelbar folgt, oder umgekehrt, so tritt eine wenn auch unwillkürliche Vergleichung der Stufen und Wahrnehmungen der zweiten mit den entsprechenden Stufen und Urteilsäußerungen der ersten Stufe ein. Diese Vergleichung beeinflußt nicht selten die Beurteilungen, welche im Verlauf der zweiten Reihe stattfinden.
10. Auch bei Anwendung beliebiger anderer Stufenfolgen kommen verschiedenartige Nebenvergleichungen vor, von welchen die Beurteilungen der Versuchsperson beeinträchtigt werden.
11. In die Stufenfolgen zweckmäßig hineingeschobene Kontroll- und Regulierungsversuche können den Beobachter von der Voreingenommenheit und Beeinflussung durch die vorausgegangenen Versuche befreien.

Hinsichtlich des letzten Punktes muß ich etwas näher die hier in Betracht kommenden Kontrollversuche erörtern. Die Notwendigkeit einer häufigen Anwendung derselben ergab sich sehr bald bei der

Ausführung der vorliegenden Versuche und aus der Tatsache, daß die einzelnen Versuche von den vorausgehenden und von ihrer Folge mehrfach abhängig sind. Zur Feststellung der erwähnten Tatsache wurden eben die Kontrollversuche angewandt; zur Elimination oder wenigstens Verminderung des Einflusses der vorausgehenden Versuche auf die eben anzustellenden wurden dann aber die Regulierungsversuche eingeschoben.

Zu den Kontroll- und Regulierungsversuchen rechne ich auch die sogenannten Nullversuche (Vexierversuche). Anstatt jedoch die Reizänderung Null anzuwenden, benutzte ich fast immer positive oder negative Reizänderungen, die beträchtlich unter den betreffenden Veränderungsschwellen lagen und sich für den Beobachter als vollständig mit den Nulländerungen gleichwertig erwiesen. Nulländerungen habe ich im ganzen nur zweimal benutzt.

Andere Regulierungsversuche waren verschiedener Art, je nach den Umständen und Benutzungszwecken; sie bestanden gewöhnlich in einer nichtüberschwelligen, positiven oder negativen Reizänderung. Den Nutzen solcher Regulierung zeigt folgendes Beispiel, welches auch in anderer Beziehung instruktiv ist.

Bei dem Normalreiz 200 g erkannte die Versuchsperson (Herr Loria) die Reizänderung + 10 g schon ganz sicher als eine Veränderung, die Reizänderung + 12 wurde schon mit voller Sicherheit als eine Druckvermehrung beurteilt; dann kam die Reizänderung + 14, der Beobachter beurteilte sie natürlich als Vermehrung; hierauf kam die Reizänderung — 14, der Beobachter schätzte sie als Verminderung. Man könnte dieses letzte Urteil irrtümlich als Zeichen der Verminderungswahrnehmung und 14 als Verminderungsschwelle annehmen, wenn man keine Rücksicht auf die Kontrastwirkung nehmen würde. Zur Regulierung und Kontrolle ließ ich dann die Reizänderung — 14 noch zweimal nacheinander wirken, jedesmal folgte das Urteil »keine Veränderung«[1]). Dieses Beispiel gilt zugleich als ein kleiner Beleg für die in diesem Versuchsgebiete sehr gewöhnliche Kontrasterscheinung. Beiläufig bemerke ich, daß in der Versuchsreihe, wel-

[1]) Ganz derselbe Vorgang fand bei den nächstfolgenden Versuchen statt: + 16 — — »Vermehrung«, — 16 — — »Verminderung«, — 16 — — »Keine Veränderung«, — 16 — — »Keine Veränderung«, — 18 — — »Keine Veränderung«.

cher das obige Beispiel entnommen ist, die Veränderungsschwelle (in der Richtung der Verminderung) sich erst bei 22 herausstellte, die Verminderungsschwelle bei 24.

2. Der Apparat und seine Handhabung.

Den Bemerkungen, welche in bezug auf diesen Inkonstanzfaktor bei der Beschreibung des Apparates und seiner Handhabung gemacht worden sind, möchte ich hier noch hinzufügen, daß bei der Benutzung des Apparates kleine Unregelmäßigkeiten vorkommen können, welche sich der Aufmerksamkeit des Experimentators und des Beobachters manchmal entziehen, welche aber auf die Urteile des letzteren von Einfluß sein können. Ein ganz leises Geräusch z. B., welches der während der Reizänderung benutzte seitliche Hebel manchmal verursachte, wurde von einer Versuchsperson in der Achse des Haupthebels lokalisiert, und diese Täuschung rief eine die Beurteilung störende Bewegungsvorstellung hervor.

Es ist selbstverständlich, daß eine kleine Inkonstanz in der Bedienung des Apparates und in der Ausführung der Versuche, welche sich der Kontrolle völlig entzieht, eine nicht unbedeutende Inkonstanz der Versuchsbedingungen herbeiführen kann.

3. Die Umgebung.

Umgebungseinflüsse, wie Schwankungen der Zimmertemperatur, des Druckes und Feuchtigkeitsgrades der Luft und ähnliche, werden hier, allein wirkend, die Grenzen der annähernden Konstanz der Versuchsbedingungen kaum übersteigen. Aber einen ganz beträchtlichen Inkonstanzfaktor stellen äußere Geräusche irgendwelcher Art dar. Stärkere Geräusche sind nicht gefährlich, denn dabei müssen die Versuche eingestellt werden. Es liegt aber eine große Gefahr in kaum wahrnehmbaren Geräuschen, welche eben dann stattfinden, wenn man eine Reizänderung wirken läßt. Eine merkwürdige Tatsache ist es, daß der Beobachter manchmal zwei so verschiedene Erscheinungen verwechselt, wie die beiden Veränderungswahrnehmungen sind: eine Wahrnehmung der Druckänderung nämlich und eine solche der akustischen Veränderung. Wenn diese beiden Wahrnehmungen apperzipiert werden, kommt es leicht zu einer irreleitenden Zusammensetzung der beiden Komponenten im Bewußtsein des Beobachters.

4. Die physiologischen Bedingungen.

Ich fasse mit diesem Worte alle physiologischen Faktoren zusammen, die auf die Veränderungsergebnisse und Veränderungsbeurteilungen bei den vorliegenden Versuchen direkt oder indirekt einwirken. Den Reizänderungen entsprechen physiologische Änderungen, die schließlich als Nerven- und Gehirnerregungen die neuen, mit ihnen parallel laufenden Bewußtseinserlebnisse hervorrufen dürften. Diese physiologischen Erregungen werden aber begleitet von verschiedenen andern somatischen Erscheinungen, die teils von ihnen unabhängig, teils von ihnen abhängig, jedoch nicht ihnen proportional, verlaufen. Es entstehen somit recht viele neue Faktoren, die die Konstanz der Versuchsbedingungen vielfach beeinträchtigen. Von allen physiologischen Faktoren, welche von der annähernden Konstanz merklich abweichen oder abweichen können, hebe ich einige hervor.

1. Das Drücken des Stäbchens bewirkt eine Deformation der gedrückten Hautstelle. Diese Deformation ist die unmittelbare Wirkung des Druckreizes und wird desto stärker und tiefer, je größer der Druckreiz ist, je länger er dauert, je plötzlicher er eintritt, usw. Sie verschwindet nicht sogleich und nicht vollständig mit dem Aufhören der Druckwirkung. Jede Reizeinwirkung hinterläßt in der Haut eine Deformationsnachwirkung, die einige Zeit dauert. Das sind einfache Tatsachen der äußeren Beobachtung. Es ist ohne weiteres klar, daß in der Reihe von Versuchen und Versuchsreihen vor jeder Reizänderung die Haut anders deformiert ist, und daß jeder Reizänderung eine Deformatien folgt, welche ihr nicht proportional ist, sondern aus der vorhergehenden Deformation und der jetzt bewirkten Deformationsänderung resultiert. Analog verhält sich die Sache mit den Deformationen, welche der Normalreiz vor der Änderung und der Vergleichsreiz nach der Änderung hervorrufen.

2. Die Pressung und Deformation der Hautstelle ruft unter gewissen Umständen sehr häufig eine physiologische Schmerzerregung hervor. Wenn ihr eine Schmerzempfindung folgt, so sagt dies die Versuchsperson, und die Versuche werden eingestellt. Wenn aber die Schmerzerregung sich mit der Tast- und Druckerregung zusammensetzt, so entspricht einer solchen resultierenden Nervenerregung ein Erlebnis, das mit den reinen Druckempfindungen und

Druckveränderungswahrnehmungen leicht verwechselt wird. Auch in den Fällen, wo die Schmerzerregung als solche empfunden ist, werden leicht die nicht mehr empfundenen Nachwirkungen der Schmerzerregung einen nicht mehr annähernd konstanten Versuchsumstand verursachen.

3. Ganz ähnlich verhält sich die Sache mit den Pulserregungen. Sie werden häufig, besonders bei größeren Druckreizen, in den gedrückten Blutgefäßen stärker hervorgerufen. Die leiseren Druckänderungen (in der Nähe der Schwellen) werden leicht mit den Pulswahrnehmungen verwechselt und umgekehrt. Bei mir selbst habe ich beobachtet, daß ich die Pulsschläge bedeutend deutlicher wahrnahm als die, auch überschwelligen, Druckänderungen, wenn diese bei größeren Normalreizen geschahen. Als Versuchsperson zu den Versuchen mit höheren Druckgewichten (von 400 g an aufwärts) war ich infolgedessen ganz unfähig.

4. Das allgemeine Befinden, die organischen Dispositionen und die physiologischen Stimmungen sind imstande, die physiologische Konstanz der Versuchsbedingungen in bedeutendem Maße zu beeinträchtigen. Ich erwähne hier z. B. den Einfluß, welchen in dieser Beziehung der Genuß erregender Genußmittel kurz vor der Versuchsreihe auf die Resultate übt. Bei den vorliegenden Versuchen hat sich gezeigt, daß eine Tasse schwarzen Kaffees, unmittelbar vor der Versuchsstunde eingenommen, schon ausreicht, diese Versuchsstunde für verloren zu halten.

5. Die Aufmerksamkeit.

Die Reizänderung soll in dem Beobachter ein neues Bewußtseinserlebnis hervorrufen, welches für ihn die einzige Grundlage der Beurteilung ausmachen muß. Dieses neue Bewußtseinserlebnis, die neuen, der Reizänderung parallel gehenden Empfindungen und Empfindungskomplexe und Wahrnehmungen, kommt ohne den Aufmerksamkeitsakt gar nicht zustande. Die passive Aufmerksamkeit kann durch stärkere Reizänderungen erweckt werden, aber um die kleineren Veränderungen, welche hier doch in großer Mehrzahl vorkommen, wahrzunehmen, dazu ist die aktive Aufmerksamkeit, und zwar in nicht zu geringer Konzentration, unentbehrlich. Zu der Beurteilung sowohl der schwachen wie auch der stärkeren Veränderungen ist darum die

aktive Apperzeption absolut notwendig. Damit weiter die Versuche einer Versuchsreihe oder der miteinander zu vergleichenden Versuchsreihen nicht vollständig wertlos sind, muß die Versuchsperson zu jedem von diesen Versuchen annähernd denselben konstanten Grad der Apperzeptionsstärke in Anwendung bringen. Jede bewußte unwillkürliche oder willkürliche Abschweifung der Aufmerksamkeit in dem Augenblick der Veränderung, jede bewußte Abweichung von jedem annähernd konstanten Apperzeptionsgrad macht den Versuch ungültig und sollte immer dem Experimentator sogleich kundgemacht werden.

6. Die Übung.

Es gibt wahrscheinlich wenige psychologische Versuchsgebiete, in welchen die Übung im Laufe der Versuchsreihen, von Versuch zu Versuch, von Versuchsreihe zu Versuchsreihe, so auffallend zum Vorschein käme, wie in dem vorliegenden. Um einzusehen, bei welchem Verfahren die Einübung am schnellsten fortschreitet, welche Momente sie in besonderer Weise begünstigen, welche auf sie hemmend wirken, habe ich das Verfahren auf verschiedene Weise speziell zu diesem Zwecke variiert. Es ist nicht leicht, sichere Schlüsse aus dem gesammelten Material zu ziehen, denn es läßt sich in vielen Fällen nicht feststellen, inwiefern die Verschiedenheit der Zahlenresultate der Einübung, nicht aber den andern durch die Änderungen des Verfahrens beeinflußten Faktoren, zuzuschreiben wäre. Nur die wenigen folgenden Erfahrungen dürften für sicher zu halten sein:

1. Außer der allgemeinen Einübung für die Veränderungsversuche tritt die Übung für einen bestimmten Normalreiz und für ein bestimmtes Verfahren deutlich hervor.

2. Das auf- oder absteigende Abstufungsverfahren innerhalb derselben Versuchsreihe übt die Versuchsperson ein, auch wenn einige Kontroll- oder Regulierungsversuche hier und da eingeschaltet sind.

3. Das Abzählungsverfahren mit zufälligem Wechsel der Reizänderung stumpft den Beobachter ab.

4. Das Maximum der Übung für einen gegebenen Normalreiz erlangt man, wenn man bei jenem Normalreiz mehrere durch die Versuche mit einem andern Normalreize nicht unterbrochene Versuchsreihen nach womöglich genau demselben Verlauf an unmittelbar auf-

einander folgenden oder doch nicht weit auseinanderliegenden Versuchstagen durchläuft.

Als Beleg für das an der letzten Stelle Gesagte führe ich ein Beispiel an. Ich habe mit einer erst an die Veränderungsversuche herantretenden Versuchsperson (Herrn Dr. Krueger) nach einigen Vorversuchsreihen speziell zu diesem Zweck 9 Versuchsreihen bei dem Normalreiz 800 g angestellt. Das Verfahren war im Grundprinzip das der Minimaländerungen, aber die Stufen blieben nicht stets gleich, sondern variierten in den Grenzen von 3 g bis 1 g, je nach der Entfernung, in welcher man sich von jeder der zu bestimmenden vier Schwellen befand; bei jeder Stufe machte man eine, zwei oder drei Reizänderungen in derselben oder in den beiden Richtungen (z. B. +20, −20, +20); dem Beobachter waren die Anfangsänderung, die Stufengrößen und in jeder Stufe die Änderungsrichtungen völlig unbekannt. Das Resultat dieser Versuche enthält die nachstehende Tabelle, in welcher die vier Schwellen in folgender Ordnung von links nach rechts aufgeführt sind: die Veränderungsschwelle (bei objektivem $+D$), die Vermehrungsschwelle, die Veränderungsschwelle (bei objektivem $-D$), die Verminderungsschwelle. In der ersten Zeile der Tabelle befinden sich die vier Schwellen der Versuchsreihe, welche noch in die Vorversuchszeit fiel. Die drei andern Zeilen enthalten jene vier Schwellen, deren Bestimmung dem Anfang, der Mitte und dem Ende der Übungsperiode entspricht.

$(+D)$	$+D$	$(-D)$	$-D$
36	44	47	64
23	30	44	58
19	26	38	49
16	22	25	34

7. Die Ermüdung.

Die physiologische und psychophysische Ermüdung ist ein anderer Faktor, der zweifellos bei den Versuchen inkonstant wirkt. Durch die periphere Ermüdung der Hautstelle und des gedrückten Körperorgans wird die Erregbarkeit und die Veränderungswahrnehmbarkeit merklich abgestumpft. Die zentrale Ermüdung bewirkt ein Nachlassen der Apperzeption. Um der peripheren Ermüdung einigermaßen entgegenzutreten, machte ich mit gutem Erfolge kleine Pausen (eine halbe Minute ungefähr), bei kleineren Normalreizen nach jedem dritten

Versuche, bei größeren nach jedem Versuche. Zum Zwecke der zentralen Erholung machte ich eine längere Pause (bis zehn Minuten ungefähr) in der Mitte der Versuchsstunde nach einer Versuchsreihe, oder auch bei einem Wendepunkt einer längeren Versuchsreihe. Außer diesen Pausen erwies sich häufig die Notwendigkeit, eine außerordentliche Ruhepause eintreten zu lassen. Trotz dieser Maßregeln bin ich überzeugt, daß die Ermüdung bei so schwierigen Versuchen, wie die vorliegenden sind, als ein beträchtlicher Inkonstanzfaktor dennoch mit tätig war.

8. Das psychische Verhalten.

Unter dem Worte »psychisches Verhalten« fasse ich alles zusammen, was sich auf die subjektive Art und Weise des Beobachtens und Beurteilens, auf das ganze Verhalten des beobachtenden Bewußtseins und der letzten Beurteilungsinstanzen bezieht.

Es muß vorausgesetzt werden, daß ein wissenschaftlicher Arbeiter, welcher sich an exakten psychologischen Versuchen als Versuchsperson beteiligt, an sie mit dem vollen Verständnis und dem ernsten Interesse für die Wichtigkeit der Sache herantritt. Wenn die Rede von dem Einfluß des psychischen Verhaltens auf die Inkonstanz der Versuchsbedingungen bei den schon ausgeführten Versuchen ist, darf man deshalb nicht in Zweifel ziehen, ob etwa eine der Versuchspersonen den Anforderungen nicht entsprach, welche schon früher (S. 234—235) angedeutet worden sind. Hier handelt es sich nur um unwillkürliche und nicht selbstbewußte Beeinflussungen, die in der sogenannten »psychischen Instabilität« ihren Ausdruck finden. Die psychische Instabilität ist in jedem von uns, in kleinerem oder größerem Maße, vorhanden. Welches Ursprungs sie auch sein mag, sie ist einmal da und schließt absolute Stabilität des Ich völlig aus. Unter diese Rubrik fallen u. a.:

1. Die sogenannten Schwankungen der Aufmerksamkeit. Die selbstverständliche Maßregel, welche in bezug auf die Aufmerksamkeitstätigkeit oben (S. 259) aufgestellt worden ist, kann noch so genau beobachtet werden, dennoch werden Aufmerksamkeitsstörungen und -schwankungen stattfinden, die eine Hauptquelle der Inkonstanz bei den vorliegenden Versuchen sein können. Die Veränderung dauert für das Bewußtsein des Beobachters nur einen Augenblick;

sie erscheint in dem Blickfeld des Bewußtseins nur dann, wenn sie nicht verpaßt wird; sie durchläuft dieses Feld wie ein Blitz; wenn die Apperzeption dieser momentanen und dabei subtilen Erscheinung nicht angepaßt war, dann kommt die Veränderung in den Beurteilungsmotiven als abgeblaßtes, verschwommenes Erinnerungsbild vor, das leicht verkannt und verwechselt werden kann.

2. Die Veränderlichkeit der Gemütsstimmungen und Gemütsdispositionen. Die Versuchsperson ist heute »gut disponiert«: die Versuche gehen tadellos vor sich; morgen ist sie indisponiert: die Versuche fallen schlecht aus.

3. Was ferner die bedenklichsten Folgen haben kann, das ist die Instabilität betreffs der subjektiven Sicherheit. Jeder Versuchsperson ist völlig klar, daß sie nur Sicheres aussagen darf. Sie muß Sicheres als Sicheres, Zweifelhaftes nur als Zweifelhaftes zu Protokoll geben. Aber die größte Schwierigkeit liegt gerade darin, daß das Sicherheitsmaß subjektiv zwischen ziemlich weiten Grenzen schwankt. Diese Sicherheitsinstabilität hängt offenbar mit der Instabilität betreffs des Urteilsmaßstabes zusammen.

4. Unter dem Urteilsmaßstab verstehen wir hier, nach der von G. E. Müller gegebenen genauen Definition, »die Anforderungen, welche die Versuchsperson an den durch den zu beurteilenden Reiz oder durch die zu vergleichenden Reize erweckten psychischen Tatbestand stellt, um ein bestimmtes Urteil zu fällen«[1]). Daß solche Anforderungen einer Veränderlichkeit unterliegen, das ist im allgemeinen sehr verständlich, da man die Urteile unter sonst nicht konstanten Umständen und Bedingungen fällen muß: in verschiedenen Stadien der Übung, bei verschiedenem Anspannungsgrad der Aufmerksamkeit, unter verschiedenen physiologischen Bedingungen und Dispositionen usw. In vielen Fällen läßt sich mit größerer oder geringerer Sicherheit nachweisen, daß die Versuchsperson ihren Urteilsmaßstab geändert hat. Zwei Beispiele möchte ich hier anführen. Eine von meinen Versuchspersonen war in hohem Grade neurasthenisch: sie gab sich große Mühe, gut zu beobachten und ihre Urteile nach denselben sicheren Normen und Kriterien zu fällen; leider aber war sie nicht imstande, jene Urteilsnormen und Kriterien von den

[1]) A. a. O. S. 27.

subjektiven Umstimmungen unabhängig zu halten; es kam auch manchmal vor, daß die Resultate der zweiten Hälfte einer und derselben Versuchsstunde von denen der ersten Hälfte ganz abnorm abwichen. Ein anderes Beispiel ist höchst instruktiv: eine von den Versuchspersonen war in der Psychologie theoretisch und experimentell sehr gebildet und geübt; nach vielen bei dem Normalreiz 300 g u. a. ausgeführten Versuchsreihen, die unsere vier Schwellen mit mäßiger Streuung ergaben, kam es unter uns zu einer ziemlich lebhaften Besprechung der methodologischen Gesichtspunkte, welche speziell in derartigen Veränderungsversuchen als maßgebend gelten dürften. Wir setzten an den folgenden Versuchstagen unsere Versuche fort, die ich aus einem besonderen Grunde bei dem Normalreiz 300 g mehrmals nacheinander anstellen wollte; zu meinem größten Erstaunen erhoben sich plötzlich die vier Schwellen etwas mehr als auf das Doppelte und blieben so stehen. Diese Erscheinung konnte ich mir nicht anders erklären, als durch die stattgefundene Veränderung des Urteilsmaßstabes. Ich muß beifügen, daß die letzterwähnten Versuche nach einem wesentlich mehr wissenden Verfahren stattfanden, als die vor der Diskussion, ferner war die Richtung jeder Reizänderung dem Beobachter bekannt. Allerdings kam hier eine Gegensuggestion mit ins Spiel, aber sie konnte erstens keinesfalls allein jene kolossale Erhöhung der Schwellen bewirken, und zweitens wirkte sie ihrerseits nicht anders, als den Urteilsmaßstab beeinflussend.

9. Die Nebenvergleichungen.

Es ist eine bekannte Beobachtungstatsache[1]), daß man bei der Beurteilung der eben jetzt wahrgenommenen Reizänderung geneigt ist, sein eben zu fällendes Urteil mit dem vorher gegebenen in Übereinstimmung zu bringen. Man vergleicht, auch ganz unwillkürlich, die letzte Wahrnehmung mit den vorhergehenden, und damit wird man beeinflußt von den vorhergehenden Beurteilungen. Wenn man dieser Tendenz nachgibt, beurteilt man die wahrgenommene Reizänderung nicht einzig und allein nach dem unmittelbar mit ihr parallel erlebten psychischen Tatbestande.

In den Nebenvergleichungen liegt ein gewaltiger Inkonstanzfaktor

[1]) Vgl. L. J. Martin und G. E. Müller, »Zur Untersch.« S. 155—177.

der Versuchsbedingungen. Um seine Wirksamkeit zu vermindern, und somit auch in dieser Richtung eine annähernde Konstanz zu erzielen, ist kaum ein besseres Mittel vorhanden, als eine zweckmäßige Einschiebung der Kontroll- und Regulierungsversuche.

10. Die Suggestionen.

Es müssen hier zwei Arten von Suggestionen unterschieden werden, welche bei den psychologischen Versuchen vorkommen können: a) Suggestionen, welche die Folge mangelhafter Vorbildung der Versuchspersonen sind; hierher gehören z. B. die Beeinflussungen der Urteile durch die Neben- und Begleiterscheinungen, als ob sie maßgebende Beurteilungskriterien wären; b) Suggestionen, welche auch bei tüchtigen und erfahrenen Versuchspersonen gelegentlich vorkommen können. Die Hauptquelle der Suggestibilität liegt in der Bewußtheit der zu erwartenden Reizänderung. Wenn die Versuchsperson z. B. ganz sicher weiß oder mit Sicherheit erwartet, daß eine vorzunehmende objektive Änderung von einem relativ großen Betrag sein soll, wird sie leicht einen wahrgenommenen Nebenumstand mit dem wahrzunehmenden und unmittelbar zu erlebenden Tatbestand verwechseln, und infolgedessen eine gegebene Änderung als sicher wahrgenommene beurteilen.

In diese Kategorie gehören alle Erwartungseinflüsse, welchen man auf Grund der vorhergehenden Versuche häufig ausgesetzt ist.

Um den Wert der experimentellen psychologischen Untersuchung nicht illusorisch zu machen, darf man nur solche Versuchsergebnisse für miteinander vergleichbar halten, welche man unter annähernd denselben Versuchsumständen und -bedingungen erhalten hat. Wenn es sich also erweisen sollte, daß einer oder mehrere von den Inkonstanzfaktoren die Resultate zweier verschiedener Versuchsgruppen in merklich verschiedener Weise beeinflußten, so darf man nicht gemeinsame Mittelwerte aus den Resultaten beider Gruppen ziehen. Wenn man einen Faktor, z. B. den Normalreiz, willkürlich variiert, so darf man nur solche den verschiedenen Variierungen entsprechende Versuchsgruppen miteinander vergleichen, welche man bei den unvariierten, annähernd unveränderten übrigen Faktoren ausgeführt hat.

III. Die sogenannten konstanten und zufälligen Fehler.

Bei den naturwissenschaftlichen Messungen einer Beobachtungsgröße nennt man herkömmlicherweise die Abweichung des Beobachtungsresultates von dem objektiv als wahr angenommenen Werte den Beobachtungsfehler. Dieser Gesamtfehler bildet sich durch die Zusammenwirkung einer großen Anzahl einzelner, sogenannter elementarer Fehler. In der Theorie der Beobachtungsfehler unterscheidet man konstante von den zufälligen Fehlern. Man setzt voraus, daß die Beobachtungen von konstanten und systematischen Fehlern befreit worden sind, ehe sie der weiteren Untersuchung zugeführt werden[1]). Den Gegenstand der Fehlertheorie bilden allein die zufälligen oder unregelmäßigen Fehler.

Es ist nun offenbar, daß ein prinzipieller Unterschied zwischen der wahrscheinlichsten Bestimmung einer physikalischen Beobachtungsgröße und der Schwellenbestimmung besteht: dort handelt es sich um eine objektive, von den Beobachtungen unabhängige Größe, hier aber hat man es mit einer Größe zu tun, welche von allen jedesmaligen Versuchsfaktoren wesentlich abhängig ist. Dort soll ein gesuchter Mittelwert aus der Reihe einzelner Beobachtungen mit möglichst großer Genauigkeit die objektive konstante physikalische Größe darstellen; hier aber ist ein Mittelwert aus mehreren einzelnen Bestimmungen ein numerischer Ausdruck einer nicht existierenden idealen Schwelle. Die Analogie besteht nur insofern, als man diese ideale Schwelle als einen relativ konstanten durchschnittlichen Repräsentanten mehrerer reeller wirklicher Schwellen betrachten will. Nur auf dieser konventionellen Festsetzung beruht schließlich die Möglichkeit einer Fehlertheorie der psychischen Maßbestimmungen. Nur im Sinne der allgemeinen Theorie der Beobachtungsfehler und auf Grund der angenommenen Analogie darf man daher von den konstanten und zufälligen Fehlern auf dem Gebiete der Psychologie reden.

Merkwürdigerweise hat man aber in die Psychophysik diese Namen in anderer Bedeutung eingeführt, welche eine Quelle der Unklarheit und Ungenauigkeit geworden ist. Den ersten Namen hat Fechner

[1]) Vgl. z. B. Czuber, »Theorie der Beobachtungsfehler« S. 3.

eingeführt[1]). Den Begriff eines zufälligen Fehlervorganges hat die Psychophysik G. E. Müller[2]) zu verdanken.

In den vorliegenden Versuchen ist die Frage nach dem Einfluß der Raum- und der Zeitlage durch die Versuchsanordnung von vornherein ausgeschlossen. Es hat sich also keine Gelegenheit geboten, die Untersuchung an die höchst interessanten Erörterungen anzuknüpfen, die einen großen Teil der neuesten psychophysischen Methodik G. E. Müllers ausmachen[3]). Da aber eine kritische Einsicht in die herkömmliche Auffassung des »Raum- und Zeitfehlers« von prinzipieller Wichtigkeit für das richtige Verständnis der Frage nach der Schwellenbestimmung ist, so kann ich nicht umhin, einige Bemerkungen hinsichtlich des Fechnerschen »konstanten Fehlers« zu machen.

Wenn man mit Fechner den Einfluß der Raum- und der Zeitlage als einen konstanten Fehler betrachtet, so setzt man offenbar voraus, daß eine bestimmte Zeit- oder Raumlage bei einem gegebenen Normalreiz auf eine und dieselbe Weise die Auffassung von den betreffenden Vergleichsgewichten beeinflußt. Man könnte noch weiter gehen und außerdem noch voraussetzen, daß der Einfluß einer entgegengesetzten Zeit- oder Raumlage gerade entgegengesetzt, d. h. dem absoluten Betrage nach derselbe, der Richtung nach gerade entgegengesetzt wäre. So hat Fechner die Sache angesehen und eine apriorische Grundvoraussetzung[4]) aufgestellt, die bis in die letzten Jahre hinein unkritisch als selbstverständlich galt und von den Psychophysikern in den Berechnungen befolgt wurde. Es ist ein großes Verdienst G. E. Müllers, daß er endlich mit jener Voraus-

---

[1]) Elemente der Psychophysik. 1860. I. S. 90: »Insofern die Verhältnisse eine bestimmten, für die verschiedenen verglichenen Größen verschiedenen Zeit- und Raumlage konstant durch eine Versuchsreihe bleiben, begründen sie im erlangten Maße das, was man im allgemeinen einen konstanten Fehler nennen kann.«

[2]) Zur Grundlegung der Psychophysik. 1878. S. 9: »Wir bezeichnen diesen fingierten Einzelvorgang, dessen Intensität sich selbstverständlich nach den Intensitäten jener tatsächlichen, zahlreichen, sich gegenseitig teils hemmenden, teils verstärkenden Vorgänge richtet, kurz als den zufälligen Fehlervorgang.«

[3]) Bekanntlich ist auch die Fechnersche Auffassung des sog. Raum- und Zeitfehlers ein Ausgangspunkt für L. J. Martin und G. E. Müller zu ihrer gemeinsamen Arbeit gewesen, die auch im Grunde hauptsächlich eine Untersuchung des »Zeit- und Raumfehlers« bei den Versuchen mit gehobenen Gewichten ist.

[4]) Elemente. I. S. 77.

setzung brach und sie als eine der Erfahrung widersprechende erwies. Aber auch er spricht der Fechnerschen Auffassung noch in gewissen Fällen eine Richtigkeit zu, die er leider nicht beweist, sondern auf Grund apriorischer Erwägungen voraussetzt[1]).

Die Sache steht noch viel schlimmer, wenn man diesen sogenannten konstanten Fehler eliminieren will. Welchen Einfluß auf die Wahrnehmungen und Beurteilungen der »Raum- und Zeitfehler« hat, kann nur durch die Erfahrung von Fall zu Fall ermittelt werden. Jedenfalls darf man nicht einen solchen Einfluß als einen Fehler betrachten, der zu der Bestimmung einer Unterschiedsempfindlichkeit notwendig zu eliminieren wäre. Man muß sich nur selbstverständlich hüten, die unter völlig verschiedenen Versuchsbedingungen erhaltenen Resultate zusammenzuwerfen. Die in den sogenannten vier Hauptfällen der Zeit- und Raumlage erhaltenen Resultate und die auf deren Grund berechneten vier Unterschiedsempfindlichkeiten lassen sich miteinander vergleichen, aus den Vergleichungen lassen sich gewisse Schlüsse auf die Natur jener Einflüsse ziehen, aber es ist gar nicht einzusehen, welchen erfahrungsgemäßen Sinn die Elimination hier haben kann. Wie könnte man z. B. in unserem Fall, bei den Versuchen über Druckänderung, den Einfluß der zu berührenden Hautstelle eliminieren wollen?

Von dieser irrtümlichen Auffassung des Einflusses einer Raum- oder Zeitlage hat sich auch G. E. Müller nicht befreit; im Gegenteil trägt er neben Fechner die größte Schuld jener schädlichen Verwirrung in der psychophysischen Literatur. Da mein Einwand kein geringer ist, möchte ich der Klarheit halber noch folgendes bemerken. Wenn G. E. Müller in seinen »Gesichtspunkten« z. B. von der »Elimination des Zeit- und Raumfehlers« spricht, so ist zweierlei zu unterscheiden: 1. die Bestimmung des betreffenden Einflusses; 2. die Ermittelung eines Mittelwertes, welcher von keinem der vier Einflüsse abhängig wäre. Die erste Frage, nach der Bestimmung jedes von den vier Einflüssen, hat einen vollen Sinn und eine gute Berechtigung. Zu einer Lösung dieser Frage in dem Versuchsgebiet der gehobenen Gewichte hat der Verfasser am meisten von allen beigetragen. Er hat eben experimentell bewiesen, daß jeder von jenen vier Einflüssen

[1]) Die Gesichtspunkte. S. 64 ff.

für eine bestimmte Person von einer typischen Beschaffenheit eine ganz beträchtliche Verschiedenheit in konstanter Richtung aufweist. Daraus aber folgt, daß jene Einflüsse keine Fehler sind, welche man eliminieren sollte, sondern vier wesentliche Umstände vier grundverschiedener Versuchsanordnungen. Deshalb hat die zweite Frage keinen Sinn: das jeweilige Resultat ist wesentlich mit abhängig von der Raum- und Zeitlage, in welcher der Versuch stattgefunden hat. Eine durch eine solche Elimination ermittelte »Unterschiedsempfindlichkeit« wäre eine wesentlich unpsychologische Fiktion.

Ein ähnliches Mißverständnis scheint meines Erachtens in der Auffassung der »Zufälligkeiten« zu liegen, welche bei der Schwellenbestimmung in Betracht kommen. Sie spielen bei Fechner eine sehr wichtige Rolle, ohne sie »würden die Maßmethoden der richtigen und falschen Fälle und mittleren Fehler gar nicht existieren«[1]). Er versteht unter den »Zufälligkeiten« oder, wie er sie am häufigsten nennt, den »unregelmäßigen Zufälligkeiten« die Variabilität der verschiedenen Inkonstanzfaktoren der Versuchsbedingungen und -umstände, insofern sie einen gewissen Spielraum nicht übersteigen. Später[2]) hat Fechner dafür die Benennung G. E. Müllers angenommen und in der »Revision« spricht er auch von den »zufälligen Fehlervorgängen«.

Wenn man diese »zufälligen Fehlervorgänge« als Quellen der zufälligen Fehler im Sinne der Theorie der Beobachtungsfehler betrachtet, so ist selbstverständlich alles in Ordnung. Sowohl Fechner als G. E. Müller haben in dieser Beziehung wertvolle Beiträge geliefert. Leider aber ist G. E. Müller über die Grenzen der Fehlertheorie hinausgegangen, den Begriff der Zufälligkeit zum Schaden der Genauigkeit erweiternd.

Wenn man bei der Ausführung der Versuche und ganz besonders bei der Ausrechnung der Zahlenresultate einer Reihe von psychischen Messungen gewisse Inkonstanzfaktoren als Quellen der »zufälligen Fehler« im Sinne der Fehlertheorie behandeln will, so nimmt man mit ihr an, daß die Wirkung solcher Inkonstanzfaktoren durch Umstände

---

[1]) Elemente. S. 77.

[2]) Revision der Hauptpunkte der Psychophysik. S. 25 ff.

bedingt ist, welche sich bei jedem einzelnen Versuche ändern und in keinem nachweisbaren Zusammenhange mit dem Versuchsergebnis stehen[1]). Man nimmt an, daß mit Bezug auf sie die einzelnen Beobachtungen als eine Reihe voneinander unabhängiger Fälle anzusehen sind[2]). Wenn es sich zeigen sollte, daß ein Inkonstanzfaktor einen gewissen Fall nachweisbarerweise begünstigt, einen andern nachweisbarerweise weniger wahrscheinlich macht, so könnte er nicht zu den Quellen der zufälligen Fehler gerechnet werden.

Für G. E. Müller sind die »zufälligen Fehlervorgänge« überhaupt irgendwelche Faktoren, welche trotz konstant bleibender Reizstärke merkbare Fluktuationen der Empfindungen hervorrufen[3]). Da müßte aber jedesmal erst genau festgestellt werden, welche von den Inkonstanzfaktoren, die in einem gegebenen Versuchsgebiete in Betracht kommen, und in welchem Bereiche sie als Quellen der zufälligen Fehler gelten können. Es wäre ein verhängnisvoller Irrtum, für zufällige Fehler solche Fehler zu halten, welche, wenn auch nur teilweise, systematisch auftreten. Man würde Gefahr laufen, das Versuchsverfahren falsch anzuwenden und die erlangten Resultate unrichtig zu deuten. Von einem solchen Irrtum ist z. B. ein Gesichtspunkt G. E. Müllers nicht frei, wenn man die von ihm aufgestellte Vorschrift in ihrer Allgemeinheit betrachtet. Wir lesen in den »Bemerkungen über die Natur der zufälligen Fehlervorgänge« folgendes: »Findet ein zufälliger Wechsel der *D* statt, so sind im Grunde auch die zufällig wechselnden Wirkungen, welche die vorausgegangenen *D* auf den früher angegebenen Wegen auf das Urteil ausüben, mit zu den zufälligen Fehlervorgängen psychologischer Art zu rechnen«[4]). Daß bei einem zufälligen Wechsel der Reizänderungen auch systematische Fehler stattfinden können, folgt schon z. B. aus Bemerkungen über die Folgen der Reizänderungen auf S. 254—255 ff. Übrigens werde ich nachher noch Gelegenheit haben, die Unrichtigkeit der Annahme G. E. Müllers für das vorliegende Versuchsgebiet zu beweisen.

Ein anderes Beispiel der unrichtigen Auffassung der zufälligen Variabilität ist das folgende: »Bei den von Müller und Schumann,

---

[1]) Czuber a. a. O. S. 2.

[2]) J. v. Kries, Die Prinzipien der Wahrscheinlichkeitsrechnung S. 224.

[3]) A. a. O. S. 110.

[4]) A. a. O. S. 112. — Unter den *D* versteht der Verfasser die Reizänderungen.

Martin und Müller angestellten Versuchen mit gehobenen Gewichten gründete sich das Urteil zuweilen auf eine Art Vergleichung beider Gewichte, in andern Fällen nur auf den absoluten Eindruck des ersten oder des zweiten Gewichtes, in noch andern Fällen endlich nur auf eine Vergleichung des gegebenen Vergleichsgewichtes mit einem vorausgegangenen Vergleichsgewichte«[1]). Diese von G. E. Müller nachgewiesene Verschiedenheit der obigen drei Kategorien der Urteilsbestimmung wird von ihm u. a. angeführt zur Erklärung der zufälligen Variabilität des psychischen Verhaltens bei den Versuchen mit gehobenen Gewichten. Es scheint doch klar zu sein, daß, wenn sich eine so große Verschiedenheit des psychischen Verhaltens nachweisen läßt, wenn der für das Urteil maßgebende Faktor bei gleichen äußeren Versuchsbedingungen und bei der gleichen Versuchsperson so völlig verschieden war, man es nicht mehr mit zufälligen, sondern mit systematischen Fehlern zu tun hat. Man müßte eigentlich drei Kategorien von Versuchen, den obigen drei Fällen entsprechend, als drei Versuchsgruppen behandeln, die unter durchaus andern Versuchsbedingungen zustande gekommen sind.

Daß man es in solchen und ähnlichen Fällen keineswegs mit zufälligen Fehlern zu tun hat, beweist übrigens G. E. Müller indirekt selbst, indem er den Paragraphen von den »zufälligen Fehlervorgängen« mit der folgenden triftigen Bemerkung schließt:

»Es kann wohl als sicher angesehen werden, daß die Psychologie der Zukunft sich nicht damit begnügen wird, Resultate zu sammeln, die auf psychologisch so verschiedenen Wegen entstanden sind, sondern . . . zu Versuchen übergehen wird, bei denen von vornherein durch eine geeignete Instruktion das psychische Verhalten der (geübten und psychologisch einsichtigen) Versuchsperson je nach dem Versuchszwecke in dieser oder jener Weise mehr fixiert und eingeschränkt ist«[2]).

IV. Die numerische Bestimmung.

Um die zufälligen Fehler, welche bei der Schwellenbestimmung vorkommen, möglichst unschädlich zu machen, müßte man die

[1]) A. a. O. S. 111.
[2]) A. a. O. S. 112.

Versuche unter möglichst genau konstanten Versuchsbedingungen ausführen und eine Versuchsreihe zur Bestimmung einer Schwelle so oft unter denselben Versuchsbedingungen wiederholen, als das nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung notwendig wäre. Auf solche Weise würde man das notwendige Material zur Anwendung der für das betreffende Versuchsgebiet aufzustellenden Regeln der Fehlertheorie gewinnen und könnte so einen wahrscheinlichsten Durchschnittswert der betreffenden Schwelle berechnen. Zur Vergleichung solcher Durchschnittswerte der vier Veränderungsschwellen bei einem gegebenen Normalreiz miteinander und mit den entsprechenden vier Durchschnittsschwellen bei verschiedenen Normalreizen wäre es aber notwendig, alle Bestimmungen unter hinreichend gleichen Versuchsbedingungen auszuführen. Die genaue Erfüllung dieser notwendigen Bedingung ist mit ungeheuern Schwierigkeiten verbunden, wenn man die Versuche in einem Versuchsgebiete ausführt, welches, wie das vorliegende, bis jetzt experimentell fast unberührt ist. Es fehlt zunächst eine, wenn auch ungefähre, Orientierung über dies Gebiet. Deshalb habe ich von vornherein auf eine in dem oben angedeuteten Sinne vollständige Lösung der Schwellenaufgabe verzichtet. Ich beschränkte mich auf die allerersten Orientierungspunkte, welche für die weiteren Versuche in dem Gebiet der plötzlichen Druckänderungen vielleicht nicht wertlos sein könnten.

Daß mein Vorgänger auf demselben Versuchsgebiet, G. M. Stratton, keine vollständige Lösung der Schwellenaufgabe, auch in den engen Grenzen der Normalreize von 10 bis 200 g, gegeben hat, ist aus seinen Angaben unschwer zu ersehen. Zuerst hat er den konstanten Manipulationsfehler bei den Druckänderungen (vgl. oben S. 228) begangen. Dann hat er die Versuche nach der Methode der Minimaländerungen mit einer ganz willkürlichen, für alle Normalreize relativ gleichen Stufengröße ausgeführt, welche beständig 0,01 des betreffenden Normalgewichtes betrug. Endlich hat er seine Durchschnittswerte nur aus je fünf Bestimmungen erhalten. Auch zur Orientierung dient die Strattonsche Arbeit wenig, da man in ihr die allernotwendigsten Angaben in bezug auf die Verfahrensfaktoren vermißt. Man weiß auch nicht, ob und in welchem Umfange die Versuche wissentlich vor sich gingen. Man erfährt nichts von der Größe der Anfangs- oder Ausgangswerte der Reizänderungen in den Versuchsreihen, usw.

Aus den Versuchsreihen, in welchen ich die Verfahrungsweisen aufs mannigfaltigste zu besonderen methodologischen Zwecken variierte, kann ich selbstverständlich keine gemeinsamen Durchschnittswerte der vier Schwellen ziehen. Aber wenn verschiedene Verfahrungsweisen in einigen gemeinsamen Ergebnissen hinsichtlich der Schwellenbestimmung übereinstimmen, hat man natürlich die volle Berechtigung, solche gemeinsame Schlüsse als allgemeingültige für die betreffenden Versuchspersonen und für die angegebenen Versuchsumstände zu betrachten.

Wenn ich, außer solchen allgemeinen Ergebnissen hinsichtlich der Veränderungsschwellen, spezielle Zahlenresultate angebe, so beziehen sich diese auf die Versuchsreihen, welche auch hinsichtlich der bestimmten Modifikation einer Maßmethode wesentlich übereinstimmen.

Zum Zweck einer Prüfung der verschiedenartigen Variationen der Maßverfahrungsweisen lassen sich die angestellten Versuche in mehrere Gruppen einteilen, deren jede einer bestimmten methodischen Modifikation entspricht. Die aus solchen Versuchsgruppen berechneten Schwellen ließen sich nicht ohne weiteres in gemeinsame Durchschnittswerte zusammenziehen. Die idealen Schwellendurchschnitte jeder einzelnen Gruppe aber würden auf viel zu wenigen einzelnen Bestimmungen beruhen; außerdem dürfte man nicht einzelne Bestimmungen, welche den verschiedenen Übungsstadien oder sonstigen Versuchsumständen entsprechen, als gleichwertig betrachten. Aus diesen Gründen werde ich keine Tabellen mit Schwellendurchschnitten und entsprechenden Streuungsmaßen aufstellen. Die speziellen numerischen Angaben, welche sich unten finden, sind konkrete reelle Werte, welche sich unmittelbar aus konkreten Versuchsreihen ergaben und welche entweder als Beispiele oder als konkrete Zentralwerte angeführt werden.

Da aber diese speziellen Angaben sich hauptsächlich auf ein methodisches Verfahren stützen, welches mir das größte Zutrauen einflößte, und welches ich zur Kontrolle anderer methodischer Variationen am häufigsten anwendete, will ich es etwas genauer beschreiben.

Denken wir uns eine Reihe von Reizänderungen

$$D_1, \quad D_2, \quad D_3, \quad \ldots, \quad D_{k-1}, \quad D_k,$$

welche zu einem gegebenen Normalreiz N gehören und nach den absoluten Beträgen geordnet sind so, daß

$$|D_1| < |D_2| < |D_3| < \ldots < |D_{k-1}| < |D_k|.$$

D_1, wie auch D_2, bedeutet eine Reizänderung, die niemals als eine Veränderung wahrgenommen wird; D_k, wie D_{k-1}, ist eine Reizänderung, die immer richtig als eine Druckvermehrung oder als eine Druckverminderung wahrgenommen und erkannt wird, je nachdem D_k und dementsprechend $D_{k-1} > 0$ oder < 0 ist. Die Stufen, d. h. die Differenzen

$$|D_1 - D_2|, \quad |D_2 - D_3|, \quad \ldots, \quad |D_{k-2} - D_{k-1}|, \quad |D_{k-1} - D_k|,$$

wurden so gewählt, daß die Reizänderungen im allgemeinen womöglich noch eben ein wenig verschieden sind. Sie werden im allgemeinen einander gleich außer der nächsten Umgebung jeder der vier Schwellen; in deren unmittelbarer Nähe werden sie kleiner gemacht.

Auf jeder Stufe läßt man die Reizänderung D_1 entweder in der positiven Richtung (der der Druckvermehrungen) oder in der negativen Richtung (der der Druckverminderungen) einmal oder mehrmals wirken. Dabei variiert man die Richtungen nach Bedarf. Außer diesem in jeder Stufe zur Verfügung stehenden Richtungswechsel kann man zwischen zwei Stufen hier und da eine Kontrollreizänderung zweckmäßig anwenden.

Gewöhnlich wird die Versuchsreihe zuerst in der Ordnung

$$D_1, \quad D_2, \quad \ldots, \quad D_{k-1}, \quad D_k,$$

also in der aufsteigenden Richtung, angestellt; dann folgt unmittelbar die Reihe

$$D_k, \quad D_{k-1}, \quad \ldots, \quad D_2, \quad D_1,$$

also in der absteigenden Richtung, oder umgekehrt. Dabei werden die einander entsprechenden Reizänderungen, also z. B. D_i in der ersten und D_{k-i+1} in der zweiten Reihe, entweder einander gleich oder ein wenig verschieden genommen.

Der Versuchsperson wird folgendes bekannt gegeben: der Normalreiz, die ab- oder aufsteigende Richtung der absoluten Beträge der Reizänderungen, der Umkehrpunkt (d. h. der Moment, von welchem man aus der aufsteigenden in die absteigende Richtung übergeht).

Alles übrige geht völlig unwissentlich vor sich. Also bleiben der Versuchsperson unbekannt: sowohl der absolute Betrag, als auch die Richtung jeder einzelnen Reizänderung, sowohl die Größe der Stufen, als auch die Anzahl der Stufen und der Versuche auf den einzelnen Stufen.

Dieses Verfahren gehört wesentlich zu den Abstufungsmethoden. Die Resultate aber bilden ein Material zugleich für die Abzählung. Jede solche Versuchsreihe ist eine Vollreihe zweiten Ranges nach der neuesten Terminologie G. E. Müllers[1]). Ich habe jedoch derartige Versuchsreihen zum Zwecke der Schwellenbestimmung nach der Theorie der Methode der Minimaländerungen behandelt. Näheres darüber wird in dem folgenden Abschnitt berichtet.

V. Die vier Veränderungsschwellen.

Die Hauptresultate betreffs der Veränderungsschwellen sind die folgenden:

1. Eine Versuchsreihe bei einem gegebenen Normalreiz unter gewissen Versuchsbedingungen ergibt im allgemeinen vier verschiedene Veränderungsschwellen, deren kleinste die Veränderungsschwelle bei objektiver Druckzunahme ist. Die größte von allen vier Schwellen ist die Abnahmeschwelle; die Veränderungsschwelle bei objektiver Druckabnahme ist größer als die Zunahme-, kleiner als die Abnahmeschwelle. Wenn

$$S_1, \quad S_2, \quad S_3, \quad S_4$$

der Reihe nach die absoluten Beträge der vier Schwellen bezeichnen, der Veränderungsschwelle bei objektiver Druckzunahme, der Zunahmeschwelle, der Veränderungsschwelle bei objektiver Druckabnahme und endlich der Abnahmeschwelle, so ist im allgemeinen

$$S_1 < S_2 < S_3 < S_4.$$

In besonderen Fällen können je zwei unmittelbar folgende Glieder der obigen Reihe auch einander gleich sein. Es kommen also gelegentlich solche Fälle vor, wie

$$S_1 = S_2, \quad S_3 = S_4.$$

[1]) A. a. O. S. 143.

Der Fall

$$S_2 = S_3$$

kommt sehr selten vor. In zwei Versuchsreihen bekam ich die Gleichheit

$$S_1 = S_2 = S_3 .$$

In keinem einzigen Falle hat sich aber

$$S_1 > S_2 \quad \text{oder} \quad S_2 > S_3 \quad \text{oder} \quad S_3 > S_4$$

gezeigt.

Diese Resulate beziehen sich ohne Ausnahme (außer den Vorversuchsreihen) auf die Versuchsreihen, welche nach der oben (S. 274—275) beschriebenen Methode ausgeführt worden sind. Andere Formen der Maßmethoden ergaben manchmal Abweichungen von der Regel, wie wir es in dem folgenden Abschnitt sehen werden.

2. Bei allen Versuchspersonen läßt sich ein merkliches Abnehmen der vier Schwellen unter dem Einfluß der Übung konstatieren. Die Geschwindigkeit dieser Verkleinerung der Schwellen im Laufe der Versuche ist bei den größeren Normalreizen größer, kleiner bei den kleineren Normalreizen.

3. Im allgemeinen erhält man für jede Schwelle bei einem und demselben Normalreiz und bei derselben Modifikation der Versuchsweise bei den verschiedenen Versuchspersonen im Durchschnitt nicht sehr verschiedene Werte.

Ich möchte hier gleich eine interessante Ausnahme von dieser Regel beifügen. Alle sechs Versuchspersonen, mit welchen ich längere Zeit hindurch die Versuche anstellte, waren im Gebiete der Druckempfindungen ungeübt, sie erlangten die betreffende Übung erst bei den Vorversuchen und im Laufe der Versuchsreihen. Gelegentlich hatte Herr Prof. Orschansky (Universität Charkow) die Güte, sich als Versuchsperson zu beteiligen. Er arbeitet seit Jahren im Gebiete der Druckempfindungen und ist in dieser Beziehung außerordentlich geübt. Ich habe u. a. eine Versuchsreihe mit ihm angestellt bei dem Normalreiz 800 g. Als ganz sichere Veränderungsschwelle bei objektiver Druckzunahme (S_1) ergab jene Versuchsreihe 6 g. Dieses Resultat ist höchst erstaunlich, da die entsprechende Schwelle bei den übrigen Versuchspersonen und derselben Maßmethode durchschnittlich

20 g war. Nur bei Herrn Dr. Krueger ist diese Schwelle einmal nach einer ad hoc verwendeten (vgl. oben S. 261) Übungsperiode gleich 10 g ausgefallen[1]).

VI. Die relativen Veränderungsschwellen.

Will man die vier Veränderungsschwellen im Verhältnis zu dem entsprechenden Normalreiz betrachten, so hat man es bei jedem Normalreiz N mit den vier folgenden Schwellen zu tun:

$$\frac{S_1}{N}, \quad \frac{S_2}{N}, \quad \frac{S_3}{N}, \quad \frac{S_4}{N}.$$

Sie werden relative Veränderungsschwellen genannt. Wir bezeichnen sie der Reihe nach mit

$$s_1, \quad s_2, \quad s_3, \quad s_4.$$

Die vier Schwellen, von denen im vorigen Kapitel gesprochen wurde, heißen dann, zum Unterschied von diesen, absolute Veränderungsschwellen.

Demgemäß unterscheiden wir die relative und die absolute Veränderungswahrnehmbarkeit, von denen jede durch die reziproken Werte von s, bzw. von S, gemessen wird.

Ehe ich die Hauptresultate in bezug auf die relativen Veränderungsschwellen mitteile, möchte ich eine wichtige Bemerkung vorausschicken. Die Schwellen sind u. a. wesentlich von der Hautstelle und von der Berührungsfläche abhängig. Es wäre also ein verhängnisvoller Irrtum, wenn man die einer gegebenen Hautsstelle und einer gegebenen Berührungsfläche entsprechenden relativen Veränderungsschwellen als allgemeine mittlere Werte im Gebiete der plötzlichen Druckveränderlichkeit annehmen würde. Diesem Irrtum verfiel L. William Stern, der bei der Angabe der Schwellen für momentane Druckänderungen die Strattonschen Resultate in gleiche Linie mit der relativen Schwelle z. B. für momentane Erhellungen stellte[2]). Ich mache nochmals darauf aufmerksam, daß die Zahlenergebnisse der

[1]) Und das nur in dem absteigenden Verfahren, welches im allgemeinen kleinere Schwellen ergibt.

[2]) L. William Stern, Psychologie der Veränderungsauffassung, S. 175 ff.

Veränderungsschwellen keinen Sinn haben, wenn man nicht die Umstände angibt, von welchen diese Zahlen wesentlich abhängen. Also: die unten angeführten Zahlen sind unter den seinerzeit angegebenen Versuchsbedingungen erhalten, unter denen die Hautstelle (Mitte des ersten Gliedes des Zeigefingers, dorsale Seite) und die Berührungsfläche (eine Kreisfläche von 3 mm Radius) wesentlich sind. —

I. Die relativen Veränderungsschwellen nehmen mit den zunehmenden Normalreizen ab.

Als Beispiel kann die folgende Tabelle dienen (Versuchsperson Herr Dr. Tsukahara, Methode wie oben S. 273—275 angegeben).

Tabelle I.

N	s_1	s_2	s_3	s_4
25	0,24	0,24	0,48	0,52
50	0,10	0,12	0,24	0,25
100	0,08	0,09	0,14	0,20
150	0,08	0,09	0,19	0,19
200	0,05	0,05	0,09	0,10
300	0,05	0,05	0,10	0,10
400	0,04	0,04	0,08	0,08
500	0,04	0,05	0,06	0,08
600	0,03	0,04	0,06	0,08
700	0,03	0,03	0,07	0,08
800	0,03	0,03	0,07	0,07
1000	0,03	0,03	0,06	0,07 [1]

II. Für jede Versuchsperson gibt es ein oder mehrere Gebiete, wo die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes mit einer Annäherung angenommen werden kann. Für Herrn Dr. Tsukahara z. B. könnte man, abgesehen von den Normalreizen, die kleiner als 200 g waren, zwei solche Gültigkeitsbereiche annehmen: von 200 bis 500 und von 500—1000 g.

Als ein anderes Beispiel mag die folgende Tabelle angeführt werden (Versuchsperson Herr Loria, die Methode wie oben).

[1]) Der bequemeren Übersicht wegen habe ich die Zahlen überall auf zwei Dezimalen abgerundet.

Tabelle II.

N	s_1	s_2	s_3	s_4
50	0,16	0,16	0,22	0,24
100	0,10	0,10	0,14	0,14
200	0,05	0,06	0,11	0,12
300	0,05	0,07	0,09	0,10
500	0,05	0,06	0,06	0,08
700	0,04	0,05	0,06	0,08
1000	0,03	0,05	0,06	0,07

III. Bei der oben beschriebenen Modifikation der Methode der Minimaländerungen begegnet man, von 200 g aufwärts beginnend, bei dem Verhältnis $S_4 : S_1$ oder $s_4 : s_1$ einer auffallenden Tendenz, sich dem Werte 2 zu nähern.

Als Beispiele führe ich noch zwei Auszüge aus den Protokollen an (die Methode wie oben).

Tabelle III.
(Versuchsperson Herr Dr. Krueger.)

N	S_1	S_2	S_3	S_4	$s_4 : s_1$
200	8	8	14	18	2,25
300	10	12	12	22	2,20
400	17	17	29	41	2,41
800	22	25	34	40	1,82

Tabelle IV.
(Versuchsperson Herr Dr. Urban.)

N	S_1	S_2	S_3	S_4	$s_4 : s_1$
200	6	8	11	11	1,83
300	15	15	30	30	2,00
600	21	29	37	39	1,86
1000	24	26	51	55	2,29

Bei der Anwendung einer andern Methode fällt dieses Verhältnis verschieden aus; z. B. bei der herkömmlichen Form der Methode

der Minimaländerungen ergab Herr Dr. Krüger für 300 g die Schwellen:

10, 19, 22, 53, oder
17, 30, 25, 60, usw.

VII. Die Bestimmung der vier Veränderungsschwellen unter möglichst konstanten Versuchsbedingungen.

Die in den vorherigen Kapiteln mitgeteilten Resultate beziehen sich auf die Versuchsreihen, welche mit den betreffenden Versuchspersonen unter annähernd konstanten Versuchsbedingungen und innerhalb einer kurzen Zeitperiode, jedoch sämtlich an verschiedenen Tagen, ausgeführt wurden. Außerdem aber wurden mehrere Versuchsreihen in einer und derselben Versuchsstunde ausgeführt. Der Zweck war: in jeder Beziehung und unter allen Umständen möglichst konstante Versuchsfaktoren zu erreichen. In folgendem teile ich die Resultate aus einigen solchen Versuchsreihen mit, die in derselben Versuchsstunde nach genau derselben methodischen Modifikation und auch mit denselben Stufen ausgeführt wurden.

Tabelle V.
(Versuchsperson Herr Dr. Wirth.)

N	S_1	S_2	S_3	S_4	Datum
50	6	8	8	27	8. 5. 03
200	8	12	14	24	
600	12	14			15. 5. 03
300	16	18			
200	8	12	14	24	
300	8	10	13	25	12. 5. 03
100	8	8			
1000	13	28			19. 6. 03
500	16	26			
300	15	15	25	52	23. 6. 03
700	20	25	40	50	
1000	13	20	30	100	17. 7. 03
100	7	10	14	26	

Noch ein Beispiel von sechs Versuchsreihen nach der herkömmlichen Methode der Minimaländerungen am selben Tage (14. 10. 03).

Tabelle VI. (Dieselbe Versuchsperson.)

Ordnung der Versuchsreihe	N	S_1	S_2	S_3	S_4
1)	800	16	28		
2)	800			17	30
3)	400	17	17		
4)	400			15	17
5)	700	18	26		
6)	700			15	35

Tabelle VII. (Versuchsperson Herr Dr. Krueger.)

Ordnung der Versuchsreihe	N	S_1	S_2	S_3	S_4	Datum
1)	200	8	14	24	28	2. 3. 03
2)	50	8	10	15	30	
3)	50	8	12	14	20	
4)	200	8	8	14	18	
1)	100	8	8	10	12	12. 3. 03
2)	300	4	8	24	30	
3)	100	6	6	14	20	
4)	300	6	10	10	16	
1)	300	10	12	12	22	19. 5. 03
2)	100	10	10	12	22	
3)	300	8	14	14	22	
4)	100	8	12	14	22	
1)	250	7	15	23	27	10. 6. 03
2)	500	13	17	25	33	
1)	300	10	21			17. 10. 03
2)	300			17	30	
3)	150	8	14			
4)	150			15	32	
1)	50	10	17	17	32	19. 10. 03
2)	100	12	17	20	32	

Tabelle VIII.
(Versuchsperson Herr Dr. Urban.)

Ordnung der Versuchsreihe	N	S_1	S_2	S_3	S_4	Datum
1)	50	6	7	9	10	24. 2. 03
2)	100	7	7	8	9	
1)	100	7	7	8	9	25. 2. 03
2)	50	6	8	9	10	
3)	50	9	9	9	10	
4)	100	10	10	10	11	
1)	40 [1]	12	12	14	14	26. 2. 03
2)	180 [1]	9	9	10	11	
1)	25	6	6	10	10	27. 2. 03
2)	25	6	6	8	9	
3)	50	10	10	11	11	
4)	200	6	8	11	13	

Tabelle IX.
(Versuchsperson Herr Dr. Tsukahara.)

Ordnung der Versuchsreihe	N	S_1	S_2	S_3	S_4	Datum
1)	25	6	6	12	14	14. 5. 03
2)	150	8	10	18	18	
3)	150	8	8	20	20	
4)	25	6	6	12	12	
1)	500	20	20	40	52	18. 5. 03
2)	600	27	27	60	60	
3)	400	18	18	37	40	
1)	250	14	14	28	28	28. 5. 03
2)	1000	34	34	88	88	
1)	300	15	15	30	40	6. 7. 03
2)	500	20	20	35	45	
3)	200	15	15	30	30	

[1]) Irrtümlich für 50 und 200 genommen.

Ordnung der Versuchsreihe	N	S_1	S_2	S_3	S_4	Datum
1)	1000	35	40	80	80	16. 7. 03
2)	100	8	8	20	25	
3)	1000	35	40	60	70	
4)	500	20	25	30	40	
1)	25	4	5	8	13	20. 7. 03
2)	50	3	5	15	21	
3)	100	6	6	14	21	
4)	200	7	7	20	20	
1)	600	18	18	25	40	23. 7. 03
2)	200	7	9	20	23	
3)	400	15	18	30	35	
4)	100	9	10	15	20	
1)	500	20	20	40	40	27. 7. 03
2)	1000	30	30	45	50	
3)	800	20	20	40	45	
1)	300	10	10	25	25	30. 7. 03
2)	100	8	8	16	16	

Wir sehen aus diesen Beispielen einen merkwürdigen Einfluß der Reizänderungen einer Versuchsreihe auf die Wahrnehmung derselben Änderungen bei einem beträchtlich verschiedenen Normalreiz. Diese Reihen zeigen dadurch merkliche Abweichungen von dem Weberschen Gesetz. Wir sehen auch daraus, wie man zu völlig falschen Schlüssen käme, wenn man ohne weiteres aus derartigen Versuchsreihen Schwellendurchschnitte bilden würde. Wenn ich z. B. aus dem vorliegenden Material, aus welchem nur einige Beispiele angeführt sind, arithmetische Mittel bilden würde, so würde sich eine vermeintliche Widerlegung des Weberschen Gesetzes herausstellen, obgleich seine Gültigkeit in gewissen Grenzen sich zweifellos in solchen Versuchsreihen kundgibt, welche unter möglichst denselben Versuchsbedingungen, aber jeden Tag nur für einen Normalreiz, ausgeführt werden.

Das Streben nach einer möglichst idealen Konstanz der Versuchsbedingungen kann also zu einem neuen verhängnisvollen Inkonstanzfaktor führen.

C. Weitere Resultate.

I. Einiges über die Methode der richtigen und falschen Fälle.

Ich spreche hier nur von den Maßmethoden und ihren Modifikationen als methodischen Mitteln zur Bestimmung der vier Veränderungsschwellen. Ich will also durchaus nicht über den Wert der Methode der richtigen und falschen Fälle im allgemeinen urteilen. Hier handelt es sich nur zunächst um die Frage nach der Anwendung dieser Methode zu einem speziellen Zwecke, nämlich zur Bestimmung einer gewissen, bei einem gegebenen Normalreiz eben wahrnehmbaren Reizänderung, z. B. der eben wahrnehmbaren Veränderung bei objektiver Druckabnahme. Es fragt sich weiter, ob man mit dieser Methode alle vier Veränderungsschwellen bestimmen kann, welche einem gegebenen Normalreiz und den bestimmten konkreten Versuchsbedingungen entsprechen.

Auf diese beiden Fragen kann nur eine Antwort gegeben werden. Zur Bestimmung der vier zusammengehörigen Veränderungsschwellen ist die Methode der richtigen und falschen Fälle nicht brauchbar, wenn man sie in herkömmlicher Weise anwenden will[1]). Man bestimmt doch in diesem Verfahren keine reelle, konkrete, eben wahrnehmbare Reizänderung, sondern einen idealen Mittelwert, z. B. den »Zentralwert«, der bei einer großen Zahl von Versuchen die relative Zahl der richtigen Beurteilungen gleich 0,5 ergeben würde. Noch weniger kann diese Methode einen Anspruch darauf erheben, die vier Veränderlichkeitsschwellen in ihrem tatsächlichen, den konkreten Umständen eines individuellen Falles entsprechenden Zusammenhang und in der gegenseitigen Abhängigkeit zu bestimmen.

Aber wenn es auch darauf ankäme, die idealen Durchschnitte und die Streuungsmaße der wirklichen konkreten Schwellen zu bestimmen, so scheint doch die Methode der richtigen und falschen Fälle noch auf einem schwachen experimentellen Fundament bis jetzt aufgebaut zu sein. Sie ist an so viele mehr oder weniger willkürliche Voraussetzungen und Annahmen gebunden, daß sie von vornherein kein großes Zutrauen einzuflößen imstande ist.

---

[1]) Vgl. G. E. Müller, a. a. O. S. 35—109.

Will man die Resultate unmittelbar oder mittels der Formeln behandeln, so geht man zunächst von der völlig willkürlichen Annahme aus, daß der aus der Interpolation oder aus der ad hoc aufgestellten Formel berechnete Hauptwert, z. B. der Zentralwert, den wahrscheinlichsten Mittelwert der Schwelle darstelle. Daß eine solche willkürliche Konzeption, konsequent durchgeführt, auch zu Aufschlüssen über wichtige psychologische Fragen verwertet werden kann, das unterliegt keinem Zweifel und hat sich mehrfach in der Geschichte unserer jungen Wissenschaft gezeigt. Aber andererseits ist die Verwechslung dieser Konzeption mit einem vollen Ausdrucke des tatsächlichen Verhaltens des Bewußtseins hinsichtlich der eben merklichen bestimmten Reizänderung schon mehrmals Veranlassung zu Auseinandersetzungen gewesen, welche durchaus zur Förderung der Wissenschaft nicht beigetragen haben. Als Beispiel möchte ich hier die mehrfach diskutierte Frage anführen, in welcher Beziehung die mittels der Methode der Minimaländerung bestimmte Unterschiedsschwelle zu der entsprechenden mittels der Methode der richtigen und falschen Fälle bestimmten Schwelle steht[1]). Die Frage ist durchaus berechtigt, aber man sollte sie doch richtig stellen. Man dürfte nicht vergessen, daß man in den beiden Methoden mit zwei völlig verschiedenen Begriffen der »Schwelle« zu tun hat. Man bestimmt in den beiden Methoden nicht dieselben Werte. Es ist auch ein Mißverständnis, wenn man beide Werte mit demselben Namen belegt, wie es z. B. G. E. Müller selbst tut[2]).

Unberührt von diesem Einwand bleibt selbstverständlich die Betrachtung, welche man anstellt zu dem Zwecke einer Vergleichung der beiden Maßmethoden miteinander (oder auch aller vier Wundtschen Maßmethoden) in bezug auf die zu messende Unterschiedsempfindlichkeit oder Veränderungswahrnehmbarkeit. So verfährt z. B. Wundt, indem er klar betont, daß »jede der Maßmethoden ein besonderes Maß der Unterschiedsempfindlichkeit ergibt«[3]). Er bemerkt mit vollem Recht, daß jene vier Maße nach ihrer absoluten Größe nicht unmittelbar miteinander vergleichbar sind.

[1]) Vgl. G. E. Müller, a. a. O. S. 182—183.
[2]) A. a. O. S. 1, 50, 164, 182.
[3]) Grundzüge[5] I. S. 474.

Bei der Behandlung der Resultate mittels der Formel macht man weitere willkürliche Annahmen. Man setzt z. B. voraus, daß die »zufällige Schwankungsgröße, um welche der bei einem Versuche zufällige Wert der Schwelle von dem Zentralwert abweicht«, bei verschiedenen Reizänderungen demselben Fehlergesetz gehorche[1]), daß die »Streuung und die mittlere Größe der zufälligen Werte der betreffenden Schwelle von der jeweilig benutzten Reizänderung unabhängig sei«[2]). Die bedenklichste aller Voraussetzungen aber ist die, daß man die einzelnen Fälle als voneinander unabhängig annimmt.

Die letzterwähnte Annahme habe ich zum Gegenstand einer besonderen experimentellen Untersuchung gemacht, durch welche ich die Frage nach der Berechtigung einer solchen Voraussetzung auf dem Gebiete der plötzlichen Druckänderungen entscheiden wollte. Das war auch der Hauptgrund, weshalb ich eine Anzahl von Versuchsreihen nach der Methode der richtigen und falschen Fälle anstellte.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind schon im wesentlichen bei einer andern Gelegenheit angegeben (S. 254—255). Hier möchte ich nur darauf ganz besonders Gewicht legen, daß die Reihenfolge der Reizänderungen nicht nur deshalb die Unabhängigkeit der einzelnen Fälle beeinträchtigt, weil das bei einem Versuche abzugebende Urteil durch die Nebenvergleichungen, durch Beeinflussung der Urteilsmaßstäbe oder durch den Einfluß auf den Anspannungsgrad der Aufmerksamkeit beeinflußt werden kann[3]). Man könnte schließlich voraussetzen, daß man es mit Versuchspersonen zu tun hat, die überhaupt eine zureichende Übungsfähigkeit in psychologischer Beobachtung besitzen[4]). Aber es ist doch in erster Linie mit der Möglichkeit zu rechnen, daß die physiologischen Bedingungen, unter welchen eine gewisse Reizänderung (z. B. eine starke Druckzunahme) zustande kommt, derart sind, daß eine wenig starke Reizänderung gar nicht oder nicht richtig erkannt wird, weil die physiologische Nachwirkung der vorausgehenden die Versuchsumstände der folgenden Reizänderung wesentlich anders ge-

[1]) G. E. Müller, a. a. O. S. 40—41.
[2]) A. a. O. S. 60.
[3]) A. a. O. S. 25—26.
[4]) Wundt, a. a. O. S. 479.

staltet. Daß diese Möglichkeit bei den vorliegenden Versuchen in der Deformation der Hautstelle zur Tatsache wird, scheint unzweifelhaft zu sein. In dieser Beziehung verhalten sich entgegengesetzte Reihenfolgen ganz verschieden, aber nicht entgegengesetzt, wie z. B., bei dem Normalreiz 300, die Reizänderungen 60 und 20 einerseits, 20 und 60 andererseits. Völlig unberechtigt ist also die oben (S. 270) angeführte Annahme G. E. Müllers, daß der zufällige Wechsel der Reizänderungen nur zufällige Fehler »psychologischer Art« hervorrufe.

Wenn man sich schon dazu entschließen sollte, die Versuche nach der Methode der richtigen und falschen Fälle anzustellen, so scheint es immerhin bedenklich zu sein, den zufälligen Wechsel der Reizänderungen anzuwenden. Es liegt in einem derartigen Verfahren ein recht unmethodischer Faktor, der an die Zufallspiele stark erinnert. Es wäre jedenfalls entschieden vorzuziehen, mit einem planmäßigen Wechsel der Reizänderungen zu verfahren. Unter dem planmäßigen Wechsel aber dürfte man nur einen solchen verstehen, bei welchem jede einzelne Reizänderung in ihrer Größe und Reihenfolge mit Plan und Absicht verwendet wird. Wenn man anders handelt, läuft man große Gefahr, durchaus miteinander unvergleichbare und unkontrollierbare Fälle zusammenzuwerfen. Man könnte auch sehr leicht dadurch irregeführt werden, daß die auf solche Weise zusammengeworfenen Resultate einer oder mehrerer Versuchsreihen einem bestimmten Fehlergesetz, etwa dem Gauß-schen, und einer auf Grund desselben aufgestellten Formel annähernd vielleicht entsprechen. Das würde doch die Berechtigung des Verfahrens oder die Gültigkeit der Formeln für andere Fälle absolut nicht beweisen.

Was die Formeln übrigens anbelangt, so ist dieser Punkt gerade der bedenklichste in der bisherigen Behandlung der Methode der richtigen und falschen Fälle. Ich brauche nicht des näheren darauf einzugehen, weil G. E. Müller selbst, dessen Formeln als die noch plausibelsten gelten dürften, betreffs derselben in seinen »Gesichtspunkten« bemerkt, daß »sich zurzeit nur wenig über das Maß der empirischen Gültigkeit seiner Grundformeln sagen läßt«[1]).

---

[1]) A. a. O. S. 89.

Die verhältnismäßig noch vollkommenste Modifikation der Methode der richtigen und falschen Fälle besteht darin, daß man Vollreihen von Reizänderungen anwendet. Vor der üblichen Behandlung dieser Methode gewährt uns die Benutzung der Vollreihen den großen Vorteil, ohne Einführung und Prüfung von Annahmen bestimmter Verteilungsgesetze zu bestimmten Zahlenwerten gelangen zu können[1]). Aber, wenn man schon mit so vielen Reizänderungen operiert, welche eine volle Reihe ausmachen, scheint es immer angezeigter und vorteilhafter, die Reihenfolge der Reizänderungen nach dem ganz methodischen Verfahren der Methode der Minimaländerungen anzustellen. Erst dann könnte man auch, wenn man will, das gewonnene Material für die Berechnungen z. B. der »Idealgebiete« der drei mittleren Urteile[2]) verwerten.

II. Die Methode der Minimaländerungen.

Wie ich schon oben andeutete, ersah ich bald im Laufe der vorliegenden Versuche, daß die Methode der richtigen und falschen Fälle, auch von den theoretischen Bedenken abgesehen, wenig — oder vielmehr gar nicht — zur Bestimmung der vier Veränderungsschwellen passe und zu einer tieferen Einsicht in die Natur der zu untersuchenden Bewußtseinsvorgänge weniger geeignet sei als die Methode der Minimaländerungen. Deshalb wandte ich fast ausschließlich die letztere Methode an.

Als das Wesen dieser Methode betrachtete ich das Verfahren mit den abgestuften Reizänderungen, von welchen jede nur ein wenig kleiner als die folgenden in der aufsteigenden, nur ein wenig größer in der absteigenden Richtung ist.

Alles übrige, was sich auf Grund dieses wesentlichen Merkmals in der Anwendung der Methode variieren läßt, macht die ganze Mannigfaltigkeit der verschiedenen Modifikationen und Formen der Methode der Minimaländerungen aus.

Die hauptsächlichsten Modifikationen wären die folgenden:

A. Hinsichtlich der Richtung von Reizänderungen sind drei Modifikationen denkbar.

---

[1]) A. a. O. S. 146.

[2]) A. a. O. S. 143—153.

a) Alle Reizänderungen sind positiv. Mittels solcher Reihen bestimmt man in unserem Falle zwei Veränderungsschwellen: die Veränderungsschwelle bei objektiver Druckzunahme und die Druckvermehrungsschwelle.

b) Alle Reizänderungen sind negativ, d. h. alle Vergleichsreize sind kleiner als der Normalreiz. Man bestimmt dadurch in unserem Falle zwei andere Veränderungsschwellen: die Veränderungsschwelle bei der objektiven Druckabnahme und die Druckverminderungsschwelle.

c) Die Reizänderungen sind nach den absoluten Beträgen von Reizänderungen abgestuft. Die Reihenfolge der Stufen wäre also z. B. eine folgende:

$$-30,\ -28,\ -24,\ \ldots,\ -16,\ +14,\ +12,\ +10,\ \ldots$$

Man bestimmt mittels einer solchen Reihe alle vier Veränderungsschwellen zugleich.

B. Hinsichtlich der Anzahl der Wiederholungen der einzelnen Versuche in jeder Stufe könnte man

a) nur einen Versuch in jeder Stufe anstellen, oder

b) denselben Versuch in derselben Richtung wiederholen, z. B. zwei- oder auch dreimal nacheinander die Reizänderung $+20$ wirken lassen;

c) man könnte auch in der Modifikation A c) auf jeder Stufe in beliebiger Ordnung und in beliebiger Anzahl die Reizänderungen von demselben absoluten Betrag in den beiden Richtungen variieren.

C. Jede der vorher genannten Modifikationen kann entweder

a) in der aufsteigenden, oder

b) in der absteigenden Reihenfolge der Reizänderungen angewandt werden.

c) Beide Reihenfolgen können als unabhängig voneinander behandelt, z. B. an verschiedenen Tagen ausgeführt werden.

d) Die aufsteigende und die absteigende Reihenfolge werden als voneinander abhängig und sich gegenseitig in bezug auf die Schwellenbestimmung ergänzend behandelt. Man verbindet also immer die beiden Folgen miteinander, entweder in der Ordnung a b (zuerst in der auf-, dann in der absteigenden Richtung verfahrend), oder umgekehrt, in der Ordnung b a.

D. Je nach der Größe der letzten Vergleichsreize in den Versuchsreihen kann man die folgenden Fälle unterscheiden:

a) Der letzte Vergleichsreiz in der aufsteigenden Reihe ist deutlich überschwellig; der letzte Vergleichsreiz in der absteigenden Reihe ist deutlich unterschwellig.

b) Der letzte Vergleichsreiz der aufsteigenden Reihe ist eben überschwellig, der letzte Vergleichsreiz der absteigenden Reihe ist eben unterschwellig.

c) Der letzte Vergleichsreiz der aufsteigenden Reihe ist eben merklich; der letzte Vergleichsreiz der absteigenden Reihe ist eben unmerklich.

E. Je nach der Größe der ersten Vergleichsreize kann man zwei Verfahrungsweisen unterscheiden:

a) Der erste Vergleichsreiz in der aufsteigenden Reihe kann gleich dem Normalreiz oder nur um eine kleine Stufe verschieden von ihm genommen werden; der erste Vergleichsreiz der absteigenden Reihe ist erheblich weit von der Schwelle entfernt.

b) Die Entfernung der Anfangswerte der Vergleichsreize von der Schwelle ist nicht erheblich groß.

F. Die Stufen können bei einem gegebenen Normalreiz:

a) entweder alle gleich gemacht; oder

b) an gewissen Stellen der Reihe vergrößert oder verkleinert werden.

c) In der absteigenden Reihe werden die Stufen gleich denen der aufsteigenden, oder

d) von ihnen verschieden gemacht.

G. Bei verschiedenen Normalreizen können die Stufen entweder:

a) ihnen proportional, oder

b) proportional der Veränderung der Schwelle, oder

c) ohne Rücksicht auf die Verschiedenheit der Normalreize gewählt werden.

H. Hinsichtlich der Wissentlichkeit des anzuwendenden Verfahrens lassen sich verschiedene Modifikationen der Methode der Minimaländerungen denken, je nach dem Grad und Umfang der Wissentlichkeit. Man könnte etwa folgende Grade aufstellen:

a) Dem Beobachter wird gar nichts von dem anzuwendenden Verfahren bekannt gegeben.

b) Der jeweilige Normalreiz wird bekannt gegeben.

c) Das allgemeinste Merkmal der Methode wird bekannt gegeben: ob sie eine Abzählungs- oder Abstufungsmethode ist.

d) In diesem letzten Falle kann der Beobachter auch erfahren haben, ob die Abstufung eine auf- oder eine absteigende ist.

e) Er kann ferner auch wissen, ob die Reizänderungen nur nach den absoluten Beträgen abgestuft werden, oder ob die Reihe lauter gleichgerichtete Reizänderungen enthält.

f) Er kann die Größe des Ausgangswertes der Vergleichsreize kennen, und dies entweder genau oder ungefähr.

g) Die Größe der Stufen kann bekannt gegeben werden, und dies entweder direkt oder aus dem der Versuchsperson bekannten Abstufungsprinzip.

h) Der Beobachter kann auch die Anzahl der in jeder Richtung der Versuchsreihe durchzugehenden Stufen kennen.

i) Wenn die Versuche in den einzelnen Stufen vielleicht wiederholt werden sollten, könnte der Beobachter die Anzahl der Wiederholungen und, falls die Abstufung lediglich nach den absoluten Beträgen erfolgte, die Ordnung etwa abzuwechselnder Reizänderungen gekannt haben.

k) Er könnte auch wissen, ob und ungefähr nach welchem Prinzip die Kontrollversuche eingeschaltet werden.

l) Er könnte am Ende auch sonst noch irgendwelche Kenntnis der übrigen Umstände des Verfahrens besitzen, so daß er absolut alles vor jedem einzelnen Versuche wüßte, was sich nur auf die zu beurteilende Reizänderung beziehen mag.

Die obigen acht Einteilungsprinzipien mit den angedeuteten Unterabteilungen geben uns einen Überblick über die hauptsächlichsten Elemente, aus deren Kombination sich eine in dem gegebenen Fall anzuwendende Form der Methode der Minimaländerungen ergibt. Auf welche Weise man die im konkreten Fall einzuschlagende Kombination bilden soll, das hängt selbstverständlich in erster Linie von den individuellen konkreten Umständen und von der zielbewußten Leitung der Versuche ab.

Meinen in der »Einleitung« erwähnten Zwecken entsprach die Anwendung und Prüfung möglichst vieler und möglichst mannigfaltiger Variierungen der Methode und ihrer Modifikationen. Deshalb habe ich in vorliegenden Versuchen alle Abänderungen, welche sich aus den miteinander kombinierten, eben aufgezählten Möglichkeiten nur zusammenstellen ließen, angewandt. Die wichtigsten Resultate habe ich teils bei andern Gelegenheiten schon mitgeteilt, teils führe ich sie im folgenden an. Sie beziehen sich unmittelbar und direkt auf die konkreten ausgeführten Versuche mit plötzlichen Druckänderungen, mittelbar aber und indirekt können sie auch von einem prinzipiellen und allgemeinen Standpunkt aus angesehen und betrachtet werden.

1. Der Ausgangswert der Vergleichsreize.

Bei dem aufsteigenden Verfahren braucht man nicht von einem sehr wenig von dem Normalreiz verschiedenen Wert des Vergleichsreizes auszugehen. Es hat sich auch erwiesen, daß schon drei unentschiedene (= »keine Veränderungen«) den drei nacheinander folgenden Stufen entsprechende Urteile etwas beunruhigend auf den Beobachter einwirken und sein Interesse vermindern. Es genügt, als Ausgangswert in der aufsteigenden Reihe einen Vergleichsreiz zu wählen, von welchem man aus den Vorversuchen voraussetzen kann, daß er sicher zwei Stufen unter der ersten Schwelle (»Veränderung«) liegt. Z. B. Normalreiz 600 g: Aus den Vorversuchen weiß man, daß die Veränderungsschwelle bei der objektiven Zunahme für den betreffenden Beobachter nicht unter 19 liegt, die Stufengröße will man = 2 g nehmen; so genügt es vollständig, als Ausgangswert der aufsteigenden Reihe die Reizänderung = + 12 (den Vergleichsreiz = 612) zu nehmen.

In diesem konkreten Falle wäre die Reizänderung + 12 subjektiv = 0, oder der Vergleichsreiz 612 wäre für den Beobachter zunächst gleich dem Normalreiz 600. Ähnlich verhält sich die Sache in andern Fällen. Ganz zutreffend also scheint die Beschreibung des Verfahrens zu sein, wenn man mit Wundt[1]) sagt, es werde der Ausgang von einem dem Normalzeize, r, gleich erscheinenden Vergleichsreize, r', genommen und dieser dann so lange verstärkt, bis eben $r' > r$

[1]) A. a. O. S. 476.

(in den vorliegenden Versuchen zuerst r' von r verschieden) erscheint. G. E. Müller findet aber diese Beschreibung »nicht zutreffend«[1]). Er meint nämlich: »In vielen Versuchsgebieten ist die zufällige Variabilität der Unterschiedsschwelle so groß, daß es einen dem H (d. h. dem Normalreiz) stets gleich erscheinenden Vergleichsreiz gar nicht gibt«. Ich sehe in diesem Einwand G. E. Müllers ein ziemlich grobes Mißverständnis seinerseits: Es handelt sich doch bei Anwendung dieser Methode und in der Beschreibung derselben bei Wundt nicht um einen Ausgangswert, der stets das Urteil »unentschieden« oder »unverändert« zur Folge hat, sondern um einen Ausgangswert der, hic et nunc, in diesem konkreten Fall, als gleich erscheint. Der Begriff der Zufälligkeit, der zufälligen Variabilität, der zufälligen Fehlervorgänge und dergleichen, spielt bei G. E. Müller eine ganz sonderbare Rolle[2]). Wenn jene »zufällige Variabilität« in jenen »vielen Versuchsgebieten« so groß wäre, daß es für eine konkrete, jetzt anzustellende Versuchsreihe keinen Vergleichsreiz gäbe, der sicher als nicht von dem Normalreiz verschieden erschiene, würde das nicht beweisen, daß irgend etwas nicht in Ordnung wäre, sei es in der Anstellung der Versuche, sei es im Verhalten der Versuchsperson?

Nicht die Beschreibung bei Wundt finde ich unzutreffend, sondern im Gegenteil: den Einwand G. E. Müllers finde ich völlig unbegründet; seine Beschreibung des Verfahrens aber scheint mir insofern ganz unzutreffend zu sein, als sie das Wort »stets« und »niemals« hier unrichtig anwendet[3]).

---

[1]) A. a. O. S. 166.

[2]) In den »Gesichtspunkten« kommt wohl kein Wort so häufig vor wie das Wort »zufällig« in ganz verschiedenen Verbindungen und Zusammenstellungen.

[3]) »Es liegt im Prinzip der Methode, daß der Ausgangswert von r im Falle der Bestimmung einer oberen (unteren) Unterschiedsschwelle bei einem absteigenden Versuche so groß genommen werde, daß man sicher ist, er werde der Versuchsperson stets größer (niemals kleiner) erscheinen als H, und bei einem aufsteigenden Versuche so gewählt werde, daß man sicher ist, er werde von der Versuchsperson niemals für größer (stets für kleiner) erklärt werden als H.« A. a. O. S. 166.

2. Der letzte Vergleichsreiz.

Es gibt in einer gegebenen Versuchsreihe so viele letzte Vergleichsreize, als Schwellen in ihr bestimmt werden sollen. Also würde man nach dem oben (S. 273—275) beschriebenen Verfahren, in welchem jede Versuchsreihe, sowohl die aufsteigende als die absteigende, unsere vier Veränderungsschwellen ergibt, in jeder Versuchsreihe vier letzte Vergleichsreize haben.

Es zeigte sich in den vorliegenden Versuchen, daß die einschlagende Vorschrift Wundts (man solle den Vergleichsreiz durch Zwischenstufen so lange verstärken bzw. vermindern, bis eben $r' > r$ bzw. $r' = r$ erscheint, diesen Punkt aufzeichnen, aber zur Sicherstellung desselben r noch etwas weiter verstärken bzw. etwas vermindern[1])) eine ganz notwendig zu befolgende ist: sonst läuft man Gefahr, etwa unkritische und unsichere Urteile als sichere Ergebnisse zu notieren.

In der oben (S. 273—275) beschriebenen Form des Verfahrens hat sich die Praxis bewährt, unmittelbar nach dem ersten Urteil über die Wahrnehmung einer bestimmten Reizänderung die Stufengröße zu verkleinern und durch eine nur sehr wenig in derselben Richtung verstärkte Reizänderung das eben gefällte Schwellenurteil zu prüfen.

Die vorhin erwähnte Vorschrift Wundts scheint übrigens so einfach und selbstverständlich zu sein, daß man erstaunen muß, wenn man die folgende Bemerkung G. E. Müllers liest:

»Durch Wundts Darstellung der Methode ist gelegentlich die irrige Ansicht entstanden (Foucault), man soll z. B. in dem Falle, wo es sich um Bestimmung einer oberen Unterschiedsschwelle handelt, bei dem absteigenden (aufsteigenden) Verfahren nicht denjenigen Wert des Unterschieds notieren, bei welchem der Unterschied soeben unmerkbar (soeben merkbar) geworden sei, sondern vielmehr einen Wert, der um ein geringes kleiner (größer) sei als dieser Wert. Eine solche Modifikation würde jeder Begründung entbehren« [2]).

Wenn Foucault oder andere eine so klare und selbstverständliche Sache irrtümlich aufgefaßt haben, so müßte man doch nur ihnen selbst, nicht der Darstellung Wundts die Schuld zuschreiben.

---

[1]) A. a. O. S. 476.

[2]) A. a. O. S. 164—165.

3. Das aufsteigende und das absteigende Verfahren.

In den vorliegenden Versuchen hat sich als ganz unzweifelhaftes Ergebnis in Hunderten von Versuchsreihen erwiesen, daß die absteigende Reihe niedrigere Schwellenwerte ergibt. Dieses Ergebnis stimmt nicht mit der Angabe Strattons überein, der folgendes bemerkt: »In den beiden Verfahrungsweisen der sogenannten auf- und absteigenden Versuchsreihen wird in diesem Falle kein konstanter Unterschied in den Schwellenwerten derselben bemerkt«[1]. Seine Tabellen zeigen wirklich große Unregelmäßigkeiten der Abweichungen in dieser Beziehung. Wie dieser Widerspruch zu erklären ist, weiß ich nicht. Das aber weiß ich sicher, daß in den vorliegenden Versuchen die absteigenden Reihen in der Regel kleinere Schwellen ergaben.

Allerdings muß man zwei Fälle unterscheiden:

a) Eine absteigende Reihe kann unmittelbar der aufsteigenden folgen. Die beiden zusammen machen erst eine vollständige Versuchsreihe aus im Sinne der Ausführungen Wundts (a. a. O.).

b) Sie können getrennt, an verschiedenen Versuchstagen, voneinander unabhängig angestellt werden. Das entspricht dem Rate G. E. Müllers[2]).

Nur für den ersten Fall, den ich auch als im Prinzip der Methode liegend betrachte, gilt die obige, in den vorliegenden Versuchen beobachtete Regel. Im zweiten Falle wird im allgemeinen die letzte Schwelle (von den vier bzw. von den zwei Veränderungsschwellen[3]) des aufsteigenden Verfahrens kleiner als die entsprechende Schwelle der dazu gehörenden absteigenden Reihe; und umgekehrt: die letzte Schwelle der absteigenden Reihe wird kleiner als die entsprechende Schwelle der zu ihr gehörenden aufsteigenden Reihe.

---

[1]) A. a. O. S. 539.

[2]) »Es ist nicht notwendig, ja nicht einmal empfehlenswert, daß einem absteigenden Versuche jedesmal gerade der darauf folgende oder der unmittelbar vorhergehende Versuch aufsteigender Art hinsichtlich der Stufengröße entspreche. Die volle Rekonstruierbarkeit des Verfahrens bleibt gewahrt, wenn man den Wechsel der Ausgangswerte und Stufen nach einer der Versuchsperson selbstverständlich undurchsichtigen Regel vor sich gehen läßt.«

[3]) Man wendet entweder das Verfahren *Ac* (oben S. 289) oder unabhängig voneinander *Aa* und *Ab* an. In den beiden letzten Modifikationen bestimmt man selbstverständlich nur je zwei Veränderungsschwellen.

4. Unwissentlichkeit.

Für die vorliegenden Versuche hat sich als besonders geeignet das Verfahren erwiesen, in welchem der Beobachter von der Richtung und Größe der jeweiligen Reizänderung keine Kenntnis hat. Die vorherige Kenntnis der Richtung der Reizänderungen macht die kritische Kontrollierung des Verhaltens der Versuchsperson fast unmöglich und beraubt den Experimentator eines notwendigen objektiven Kriteriums für die Verwertung und richtige Beurteilung der Versuchsergebnisse.

Die nach dem herkömmlichen wissentlichen Verfahren angestellten Versuche zeigen eine viel größere Inkonstanz und Unregelmäßigkeit der Ergebnisse als die Versuchsreihen, welche ich nach dem oben (S. 273—275) beschriebenen Verfahren ausgeführt habe.

5. Die Stufen.

Es hat sich gezeigt, daß objektiv gleiche Stufen bei demselben Normalreiz keineswegs auch immer subjektiv als gleich erscheinen: an gewissen Stellen des ganzen Gebietes der vier Veränderungsschwellen können sie leicht zu groß, in andern wieder zu klein erscheinen. Aus den Vorversuchen dürfte man ersehen, wie die Reihen hinsichtlich der Schwellen im allgemeinen einzurichten sind, im Laufe der Versuche selbst kann man weitere Abänderungen der unmittelbar zu wählenden Stufengrößen vornehmen.

Insbesondere hat sich bei den vorliegenden Versuchen die Notwendigkeit erwiesen, für die negativen Reizänderungen die Stufengröße beträchtlich zu erhöhen. Als Beispiel für die Unrichtigkeit der allgemeinen Vorschrift, dieselbe Stufengröße zur Bestimmung der oberen und der unteren Unterschiedsschwelle zu nehmen, können die folgenden zwei Versuchsreihen dienen, die nach der herkömmlichen (wissentlichen) Modifikation der Methode der Minimaländerungen ausgeführt wurden.

Versuchsperson Herr Dr. Wirth, 15. 5. 1903. An diesem Tage wollte ich bei dem Normalreiz 600 g mit der Stufengröße 2 g nur eine absteigende Reihe für die positiven Reizänderungen (also zur Bestimmung der Schwellen S_2 und S_1[1]) anstellen. Aus den Vor-

[1]) Oben S. 275.

versuchen konnte ich entnehmen, daß die zweite der vier Schwellen (S_2) in die Nähe von 30 g fallen würde[1]). Deshalb nahm ich als Ausgangswert die Änderung 40 g. Es zeigte sich bald, daß meine Voraussetzung sich für diesen Versuchstag nicht bewährte. Die Urteile enthält die folgende Tabelle (D = Reizänderung):

Tabelle X.

D	Urteil	D	Urteil
+ 40	Druck	+ 22	Druck
+ 38	»	+ 20	»
+ 36	»	+ 18	»
+ 34	»	+ 16	»
+ 32	»	+ 14	»
+ 30	»	+ 12	Veränderung
+ 28	»	+ 10	Keine Veränderung
+ 26	»	+ 8	» »
+ 24	»		

Wir ersehen daraus, daß der Ausgangswert viel zu groß war, daß aber die Stufen eher zu klein als zu groß genommen wurden.

Am folgenden Versuchstage (18. 5. 03) wollte ich bei demselben Normalreiz 600 g mit den Stufen von derselben Größe, 2 g, eine vollständige Versuchsreihe zur Bestimmung der Veränderungsschwellen S_3 und S_4 anstellen. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle enthalten.

Tabelle XI.

D	Urteil	D	Urteil
— 14	Keine Veränderung	— 30	Veränderung
— 16	» »	— 32	»
— 18	» »	— 34	»
— 20	Veränderung	— 36	»
— 22	Veränderung, zweifelhaft	— 38	»
— 24	Keine Veränderung	— 40	»
— 26	» »	— 42	»
— 28	» »	— 44	»

[1]) Es ergaben u. a. vier Versuchsreihen in den letzten Versuchstagen bei dem Normalreiz 400 g im Durchschnitt folgende Schwellen: $S_1 = 17$, $S_2 = 24$.

D	Urteil	D	Urteil
— 46	Veränderung	— 46	Verminderung
— 48	»	— 44	»
— 50	»	— 42	»
— 52	»	— 40	»
— 54	Verminderung	— 38	»
— 56	»	— 36	Keine Veränderung
— 58	»	— 34	Veränderung
— 60	»	— 32	»
— 58	»	— 30	»
— 56	»	— 28	Keine Veränderung
— 54	»	— 26	» »
— 52	»	— 24	» »
— 50	»	— 22	» »
— 48	»		

In dieser Versuchsreihe waren die Stufen entschieden zu klein. Ein derartiges Verfahren, wie in den beiden obigen Versuchsreihen, ist zweifellos ganz verwerflich, wenn es sich nicht gerade um bestimmte Zwecke handelt, wie es eben hier der Fall war.

Nach dem von mir schon wiederholt erwähnten Verfahren (S. 273 bis 275) würde man mehrere von den obigen Stufen überspringen und somit die Anzahl der Stufen verringern.

6. Die Vorteile der Methode der Minimaländerungen.

Vor der Methode der richtigen und falschen Fälle hat die Methode der Minimaländerungen, wenn man sie in geeigneter Weise modifiziert, zwei Hauptvorteile:

a) Sie läßt die Unterschiedsschwellen, bzw. Veränderungsschwellen, im strengen Sinne des Wortes (als eben wahrnehmbare bestimmte Reizänderungen) für jeden konkreten Fall möglichst genau bestimmen. Sie ist allein geeignet, das natürlichste und direkteste Maß der Unterschiedsempfindlichkeit, bzw. der Veränderungswahrnehmbarkeit, zu ergeben.

b) Sie gestattet, das durchsichtigste und methodischste Verfahren sowohl hinsichtlich der ganzen Versuchsreihen und Versuchsgruppen, wie auch ganz besonders hinsichtlich jedes einzelnen Versuches

anzuwenden. Durch eine geeignete Modifikation dieser Methode in allen ihren konkreten Einzelheiten kann man die psychischen und methodischen Versuchsumstände und -bedingungen beliebig bestimmen und in annähernder Konstanz verfolgen.

Um den letzterwähnten ganz hervorragenden Vorteil würde die Methode der Minimaländerungen kommen, wollte man die Reizänderungen zufällig wechseln, wie es G. E. Müller vorschlägt[1]).

Eine derartige kombinierte Methode würde mit der herkömmlichen Anwendung der Methode der richtigen und falschen Fälle den größten Nachteil der letzteren teilen, der meines Erachtens darin besteht, daß man hinsichtlich der einzelnen Versuche unmethodisch vorgeht, sich auf die Macht des »Zufalls« verläßt.

7. Die angeblichen Fehlerquellen bei der Anwendung dieser Methode.

G. E. Müller faßt das aufsteigende und das absteigende Verfahren als Quellen von konstanten Fehlern auf. Auch hier möchte ich bemerken, daß eine solche Auffassung nicht korrekt ist. Es liegt doch im Prinzip der Methode, daß man durch die auf- oder absteigende Abstufung die betreffenden Versuchsbedingungen absichtlich und zweckmäßig bestimmt: man darf also eine solche methodische, absichtlich herbeigeführte Determinierung nicht als Fehlerquelle betrachten. Hier aber verhält sich die Sache insofern anders wie bei der Betrachtung des Einflusses der Zeit- und Raumlage, als hier die Elimination des Einflusses einer bestimmten Abstufungsweise einen guten Sinn hat: eine Abstufung ist nämlich kein wesentlicher und notwendiger Faktor des Zustandekommens der Unterschieds- und Veränderungswahrnehmung, sondern eine willkürlich herbeigeführte Bedingung, die den Schwellenwert beeinflußt; hier kann man die Einflüsse der beiden entgegengesetzten Abstufungsweisen ausgleichen, indem man das arithmetische Mittel von den in den beiden Abstufungsrichtungen erhaltenen Schwellenwerten nimmt. Dieser Mittelwert bedeutet, daß die betreffende Schwelle in dem gegebenen Fall annähernd einen solchen Wert hat, unabhängig von der methodischen Ermittelung.

---

[1]) A. a. O. S. 179 ff.

Das auf- und absteigende Verfahren ist keine Fehlerquelle, sondern vielmehr das wesentliche Prinzip der Abstufung; ihm verdankt die Methode ihren größten Vorteil.

Was die übrigen »Fehlerquellen« betrifft, die nach G. E. Müller bei der Anwendung der »Grenzmethode« zu beachten sind (Einfluß der Erwartung, der inneren Einstellung, der Nebenvergleichungen u. dgl.[1]), so brauche ich kaum zu bemerken, daß sie nicht im Prinzip der Methode und ihrer Anwendung, sondern in dem Verhalten der Versuchspersonen liegen, die vielleicht in der psychologischen Beobachtung ungeschult oder auch überhaupt übungsunfähig sind.

III. Wahrnehmung und Beurteilung der plötzlichen Druckänderungen.

Eine plötzliche Druckänderung kann entweder:

a) gar nicht gemerkt, wahrgenommen werden; oder

b) sie wird als eine Druckzunahme oder

c) als eine Druckabnahme erkannt; oder endlich

d) sie wird nur als eine Veränderung wahrgenommen, gleichviel, ob sie objektiv eine Druckzunahme oder Druckabnahme war.

Von der Natur jedes von den eben erwähnten Bewußtseinserlebnissen, wie sie in den vorliegenden Versuchen zustande kamen, kann folgendes als sicher festgestellt gelten.

1. Die Wahrnehmung einer Veränderung.

Eine Veränderung als solche, d. h. ohne jede Richtungserkenntnis, wird ganz sicher erkannt und klar im Bewußtsein unterschieden von einer Druckzunahme oder Druckabnahme. Man erlebt unmittelbar »etwas Neues«, apperzipiert einen eigentümlichen »Ruck«. Man ist sicher, daß etwas mit der empfundenen Belastung geschehen ist. Man hat den Eindruck, als ob der drückende Stift sich bewegte, obgleich man nichts Näheres von dieser Bewegung, von ihrer Art und Richtung sagen kann.

Die Wahrnehmung einer Veränderung als solcher wird im Bewußtsein qualitativ nicht unterschieden, mag sie objektiv eine Zunahme oder eine Abnahme gewesen sein.

---

[1]) A. a. O. S. 172 ff.

Die Wahrnehmung einer Veränderung als solcher ist ein einfacher psychischer Vorgang, der sich weiter nicht analysieren läßt.

Diese wenigen Worte drücken einfach den experimentell bei den vorliegenden Versuchen erwiesenen Tatbestand aus. Wenn man mit L. Wiliam Stern das Wesen der Veränderungswahrnehmung in einem »Übergangsanzeigen« als einem »Charakter« der gewissen Gattung von Empfindungen[1]) finden wollte, so würde man nicht die Erfahrungstatsachen beschreiben, sondern in das Gebiet der theoretischen Spekulationen übergehen. Jedenfalls hat die bei den vorliegenden Versuchen gewonnene Erfahrung keinen Anhaltspunkt gegeben, die Richtigkeit der Sternschen Auffassung zu bestätigen.

Eine ganz sonderbare Widerlegung der oben angedeuteten Tatsache, daß man gelegentlich eine Veränderungswahrnehmung hat, ohne ihre Richtung erkannt zu haben, kann man lesen in einer kritischen Besprechung der angeführten Sternschen Arbeit in der »Zeitschrift für Psychologie«[2]). Wir lesen dort u. a.: »Eine Veränderung an sich ist eine Abstraktion, die nicht wahrgenommen werden kann. Und wenn jemand behauptet, eine Veränderung wahrgenommen zu haben, aber nicht ihre Richtung, so ist seine Behauptung falsch und nicht auf Grund der Wahrnehmung der Veränderung aufgestellt. Das Faktum ist dann eben nicht ‚erkannt', sondern ‚erschlossen'«. — Der Kritiker verwechselt zunächst offenbar zweierlei: die abstrakte Veränderung, das Sichverändern und ein verändertes Etwas, ein konkretes Element, welches soeben im Bewußtsein erscheint. Was ferner das Faktum einer richtungslosen Veränderung (im konkreten Sinne) anbelangt, so kann ich nur sagen: schade, daß der Herr Kritiker nicht an einer wenn auch kleinen Versuchsreihe mit den plötzlichen Veränderungen teilgenommen hat.

2. Die Druckvermehrung.

Wenn eine objektive Druckzunahme hinreichend groß ist, ruft sie im beobachtenden Bewußtsein ein Erlebnis hervor, auf Grund dessen das Urteil gefällt wird: »Erschwerung«, »Druck«, »Druckzunahme« u. ä. Dieses Erlebnis ist nach Aussagen der Beobachter und nach eigener

[1]) »Psychologie der Veränderungsauffassung« S. 29 ff.

[2]) Max Meyer, Zt. für Psych. und Phys. der Sinnesorgane. Bd. XXI. S. 127 bis 139.

Beobachtung eine unmittelbare Wahrnehmung, welche sich in eine Druckempfindung und eine Bewegungswahrnehmung des drückenden Gegenstandes zerlegen läßt. Diese zwei Komponenten sind einzig und allein Erkenntnismotive für das zu fällende Urteil. Die Beurteilung des Schwererwerdens geschieht auf Grund dieser Komponenten: man erschließt nicht, sondern konstatiert die Tatsache. Es findet im Bewußtsein keine Vergleichung des früher wahrgenommenen Normaldruckes mit dem nach dem Augenblick des Übergangs empfundenen »Vergleichsdrucke« statt. Die Druckvermehrung wird direkt als neue Druckreizeinwirkung perzipiert. Sie ist für das Bewußtsein der Beobachter wie ein neuer Druckreiz, der einen »absoluten Eindruck« des Druckes hervorruft.

Für das Bewußtsein des Beobachters entspricht eine plötzliche Druckvermehrung, welche eben merklich wird, eher einer Reizschwelle als einer Unterschiedsschwelle. Die Versuche mit plötzlichen Veränderungen sind daher prinzipiell von den Versuchen über Vergleichung sukzessiver Reize verschieden.

3. Die Druckverminderung.

Das Urteil des Beobachters über die Verminderung, Erleichterung des Druckes wird gefällt auf Grund eines komplizierten Erlebnisses, welches sich vielfach von dem Erlebnis der Druckzunahme unterscheidet. Um dies etwas näher zu erörtern, erwähne ich zunächst die folgende Thatsache: eine Versuchsperson, die noch nie an den Versuchen mit plötzlichen Druckveränderungen teilgenommen hat, erkennt von selbst gleich in der ersten Vorversuchsreihe die Druckvermehrungen mit Leichtigkeit, auch wenn sie noch ganz schwach und undeutlich aufgefaßt werden; die Druckverminderungen werden von ihr nicht erkannt, obgleich sie objektiv schon die Hälfte vom Normalreiz betragen und als sehr starke Veränderungen wahrgenommen werden. Nur bei noch beträchtlicherer Verminderung des Normalreizes bis auf $^1/_4$ des ursprünglichen Wertes wird eine solche Reizänderung als Erleichterung aufgefaßt und beurteilt. Erst wenn die Versuchsperson durch derartige überdeutliche Druckveränderungen (oder durch die Belehrung von seiten des Experimentators bei weniger starken Verminderungen) auf den eigentümlichen Charakter der bisher unbekannten Erlebnisse aufmerksam geworden ist, erkennt sie die

Druckverminderungen, auch wenn sie objektiv beträchtlich kleiner und subjektiv weniger eindringlich werden.

Diese weniger (als bei den Druckvermehrungen) unmittelbare Perzipierung der Druckverminderungen erklärt die früher erwähnte Tatsache, daß die Urteilszeiten für die nicht überdeutlichen Verminderungen im allgemeinen bedeutend länger sind als bei den auch schwachen Vermehrungen: die Versuchsperson muß das den Verminderungen parallel gehende Erlebnis erst einigermaßen analysieren, um unter den in der Analyse entdeckten Faktoren die mit der überdeutlichen Verminderung gemeinsamen zu erkennen und auf deren Grund ihr Urteil zu stützen. Die beträchtliche Verlängerung der Urteilszeiten bei den nicht überdeutlichen Verminderungen erklärt wieder eine andere Tatsache, daß nämlich die Urteilszeiten sowohl bei den nicht überdeutlichen Vermehrungen, wie auch bei den richtungslosen Veränderungen, eine Weile dauerten, trotz der Unmittelbarkeit des Eindruckes: die Versuchsperson hat erfahren, daß der Verminderungsvorgang kompliziert und subtil ist, deshalb sucht sie in allen nicht ganz ausgeprägten Erlebnissen vorsichtig vorzugehen, damit sie nicht etwa einen Verminderungsfaktor des Erlebnisses verpaßt. Sie erwägt und betrachtet genauer die in die Erinnerung zurückgerufene Vorstellung der erlebten schwachen Eindrücke; das aber erfordert mehr oder weniger Zeit, je nach der Ausgeprägtheit, Eindringlichkeit und Deutlichkeit der Erlebnisse.

Da der unmittelbare Eindruck einer Erleichterung als solcher erst bei sehr hohen Werten erfolgt, sind die beiden Schwellen, der Verminderung und der Vermehrung, in dieser Hinsicht nicht miteinander vergleichbar: die eben merkbare Verminderung und die eben merkbare Vermehrung sind beide eben merkbar, aber nicht mit gleicher Klarheit erkennbar.

Die Verminderungswahrnehmung wird im Bewußtsein in mehrere Komponenten zerlegt, deren erste bei dem nicht ganz großen Stärkegrad als ein leiser Druck aufgefaßt wird; dieser Druckempfindung folgt dann eine eigentümliche, mit dem Schwirren vergleichbare Tastempfindung, mit welcher zugleich oder gleich unmittelbar darauf man eine leise Bewegung des drückenden Stiftes nach oben wahrnimmt. Von diesen drei Komponenten wird die letzterwähnte gewöhnlich für ein entscheidendes Kriterium des Verminderungsurteils

gehalten. Die beiden ersten Komponenten können gelegentlich fehlen, besonders bei stärkeren, ausgeprägteren Verminderungswahrnehmungen.

4. Gegenstand des Veränderungsurteils.

Worauf bezieht sich das Urteil, auf die Wahrnehmung einer Reizänderung, oder auf die Auffassung dieser Wahrnehmung, oder endlich auf die objektive Reizänderung? Diese Frage hat prinzipielle Bedeutung, sowohl für die messende Psychologie wie auch für die Erkenntnistheorie.

Auf Grund der vorliegenden Versuche kann folgendes bemerkt werden:

a) Die Vermehrungs- und Verminderungsurteile werden auf die Reizänderungen bezogen, insofern sie auf Grund der inneren Erlebnisse geschätzt, erkannt und beurteilt werden. Der Beobachter denkt bei den Urteilsaussagen direkt und unmittelbar an die Zunahmen, bzw. Abnahmen, des Druckes, der Gewichte, welche auf seine Haut drücken; erst indirekt und mittelbar kann er auf den psychischen Akt selbst achtgeben, in welchem er sich des Eindrucks bewußt war. Die Empfindungen und Wahrnehmungen werden erst durch eine Reflexion erkannt und zum Gegenstand des Veränderungsurteils gemacht. Das ist eine eigentümliche Tatsache, daß wir direkt objektive Änderungen beurteilen; obgleich eine solche Beurteilung erst nach den Empfindungen und Wahrnehmungen geschieht, werden diese nicht zuerst aufgefaßt. Wir beurteilen in erster Linie objektive Reizänderungen nach unserer unmittelbaren Auffassung und nicht diese Auffassung selbst.

b) Bei den richtungslosen Veränderungsurteilen verhält sich die Sache etwas anders. Hier ist beides möglich: entweder konstatiert die Versuchsperson in ihrer Aussage das Anderswerden der Reizänderung, insofern sie unmittelbar wahrgenommen wurde, oder sie sagt, daß etwas in ihrem Bewußtseinsbestand, in ihren Empfindungen verändert sei.

Die Theorie der Konsonanz.

Eine psychologische Auseinandersetzung vornehmlich mit C. Stumpf und Th. Lipps.

Von

Felix Krueger.

Mit 2 Figuren im Text.

In den beiden ersten Bänden des Archivs für die gesamte Psychologie habe ich die psychologischen Beziehungen der Differenztöne und ihrer Folgeerscheinungen zum Bewußtsein der Konsonanz und Dissonanz darzustellen versucht. Dieser Abhandlung fehlt noch der angekündigte dritte, abschließende Teil. Er wird vorwiegend Nachträge zu meinen bisher veröffentlichten konsonanztheoretischen Arbeiten enthalten: über das Verhältnis der Obertöne zu den Differenztönen und zur Konsonanz, über die sogenannte »Konsonanz« aufeinander folgender Töne, über noch ungelöste Aufgaben der Konsonanztheorie und die Mittel ihrer experimentellen Bearbeitung. Die wider Erwarten umfänglichen Vorarbeiten dazu sind jetzt annähernd abgeschlossen.

Inzwischen sind die beiden eingangs genannten Mitteilungen, die nach Stumpfs Urteil »bereits eine klar zusammenhängende, insbesondere psychologisch wohlverständliche Darstellung« enthalten[1]), von hervorragender Seite eingehender kritischer Betrachtungen gewürdigt worden: im August dieses Jahres von Stumpf unter dem Titel »Differenztöne und Konsonanz« (a. a. O., S. 269—283) und kürzlich von Lipps in der zweiten, umgearbeiteten Auflage seiner »Psychologischen Studien« (Leipzig 1905, S. 115 ff.: Das Wesen der Konsonanz; insbesondere S. 146—156). Was ich auf die theoretischen Einwendungen von Stumpf und Lipps zu erwidern habe, fällt inhaltlich großenteils nahe zusammen mit Überlegungen, die ich ohnehin (in einem Kapitel

[1]) Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. der Sinnesorgane 39 (1905), S. 269.

»Mögliche Einwände und ungelöste Fragen«) auszuführen gedachte. Die rein theoretisch gehaltenen Erörterungen der beiden genannten Forscher führen aber, wie zu erwarten war, so tief in Grundfragen der Tonpsychologie und der Psychologie überhaupt notwendig hinein, daß es sachlich zweckmäßig erscheint, den Abschluß meiner Monographie über »Differenztöne und Konsonanz« (im Archiv f. d. ges. Psychol.) noch zu vertagen und zunächst unmittelbar auf die Argumente meiner Kritiker und die durch sie angeregten theoretischen Fragen einzugehen. Dadurch glaube ich der Konsonanztheorie selbst, insbesondere der dringend wünschenswerten Klärung ihrer entscheidenden Begriffe und Vorfragen, fürs erste am besten dienen zu können.

Von den im folgenden mehrfach anzuführenden Schriften werde ich abgekürzt zitieren:

Stumpfs und Lipps' obengenannte Abhandlungen — als: »Stumpf« bzw. »Lipps«.

Stumpf, Tonpsychologie Bd. I (1883), II (1890) — als: »Tonpsychologie I; II«.

Stumpf, Beiträge zur Akustik und Musikwissenschaft, Heft 1 (1898), 2 (1898), 3 (1901) — als: »Stumpf, Beiträge 1; 2; 3«.

Wundt, Grundzüge der Physiologischen Psychologie, 5. Auflage, Bd. II (1902), III (1903) — als: »Wundt II; III«.

F. Krueger, Beobachtungen an Zweiklängen, in Wundts Philosophischen Studien 16 (1900), S. 307 ff.; 568 ff. — als »1«.

F. Krueger, Zur Theorie der Kombinationstöne, ebendort 17 (1901), S. 185 ff. — als »2«.

F. Krueger, Differenztöne und Konsonanz, Archiv für die gesamte Psychologie, Bd. I (1903), S. 205 ff.; II (1903), S. 1 ff. — als »3«.

Als ich daranging, aus meinen umfassenden Versuchen über Zweiklänge und namentlich über die daraus resultierenden Kombinationserscheinungen Folgerungen für die psychologische Theorie der Konsonanz zu ziehen, war ich auf lebhaften und vielseitigen Widerspruch gefaßt. Im Vordergrunde der um die Konsonanz seit vielen Jahren geführten Diskussionen standen damals die Theorien von Lipps und Stumpf, mit denen ich mich daher genauer als mit allen andern und ausführlicher, als das bis dahin geschehen war, kritisch auseinandersetzte[1]).

[1]) Auf diese meine kritischen Vorstudien einzugehen, haben Lipps und Stumpf noch nicht Gelegenheit genommen.

So gegensätzlich ihre eigenen Theorien zueinander sich verhielten, darin waren sie mit mehreren andern Akustikern der neuesten Zeit einig, daß die Gründe für die Konsonanz oder Dissonanz zweier Töne lediglich in »diesen beiden Tönen selbst« zu suchen seien; insbesondere seien akustische »Nebenempfindungen« jeder Art, wie Obertöne, Kombinationstöne und deren Besonderheiten, für das Konsonanzbewußtsein unwesentlich, gleichviel, ob sie mehr oder weniger regelmäßig die primären Grundtöne begleiteten[1]). Diese These richtete sich allerdings vorzugsweise gegen Helmholtz' Obertontheorie der Konsonanz, die damals von der Mehrzahl der Tonpsychologen verlassen wurde, und die auch mir, in der von Helmholtz und seinen Vorgängern ihr gegebenen Form, psychologisch nach wie vor als unzureichend erscheint. Aber auch völlig allgemein gefaßt, hatte die genannte Grundanschauung manches Überzeugende, und ich gestehe, daß ich selbst längere Zeit hindurch darin befangen blieb; bis ich sie freilich durch theoretische Überlegungen und mehr noch durch experimentelle Beobachtungen als ein Vorurteil erkannte, das zwar aus gewissen erkenntnistheoretischen und allgemein-psychologischen Voraussetzungen, zusammen mit einigen vorzeitig verallgemeinerten Beobachtungen an Stimmgabeln, begreiflich wird, — dessen Erstarrung aber den Fortschritt der Tonlehre in hohem Maße zu hemmen geeignet wäre. Was lag näher und schien einfacher, als die Konsonanz der Quinte *c g*, die Dissonanz der vergrößerten Quinte *c gis* lediglich auf die Empfindungen und Empfindungsverhältnisse der vom Sprachgebrauch als konsonant bzw. dissonant bezeichneten »Töne« *c*, *g* bzw. *gis* zurückzuführen? Das schlimme war nur, daß solche Zurückführung niemandem in befriedigender Weise gelang. Die es am konsequentesten versuchten, Lipps und Stumpf, wurden theoretisch alsbald, der eine ins Dunkel des Unbewußten, der andere in das beinahe ebenso unbekannte Gebiet physiologischer Prozesse hinübergedrängt.

Starke Widerstände mußte vollends eine Theorie gewärtigen, wonach das primär Bestimmende der Konsonanz und Dissonanz in gewissen wahrnehmbaren Eigenschaften und Verhältnissen der Differenztöne gelegen sei. Wurde doch die Intensität und Anzahl dieser

[1]) Vgl. 3, 214f.; 232. Stumpf, S. 279 oben.

»Nebentöne« von den wenigen, die sich überhaupt um sie bekümmerten, fast durchgängig weit unterschätzt. Zu ihren Eigentümlichkeiten gehört noch heute für manche Akustiker eine jeder zusammenfassenden Beschreibung spottende Regellosigkeit. Eine gesetzmäßige und allgemeine Abhängigkeit der Konsonanz und Dissonanz von den Differenztönen war einmal, von Preyer, behauptet worden. Aber diese Preyersche Theorie war mehr rechnerisch als experimentell und psychologisch begründet; sie blieb beinahe unbeachtet (3, 261 ff.). Wer mit psychologischer Fragestellung die Differenztöne berücksichtigte, ließ doch darüber keinen Zweifel, daß sie für das Bewußtsein der Konsonanz und Dissonanz ohne wesentliche Bedeutung seien. Lipps und Stumpf waren (wie heute) dieser Meinung, und bis zum Jahre 1902 selbst Wundt, der im übrigen die Anschauung von der konsonanztheoretischen Bedeutungslosigkeit der »Nebentöne« niemals geteilt hat. Ganz ähnlich hat auch Helmholtz über die Differenztöne gedacht, obwohl er hier als der erste auf die Möglichkeit gewisser Zusammenhänge mit der Konsonanz aufmerksam geworden ist und in einigen komplexeren Fragen des musikalischen Bewußtseins die ihm bekannten Differenztonerscheinungen als sekundäre Faktoren herangezogen hat. (Nähere historische Nachweisungen 2, 189 ff.; 3, 255 ff.)

Lipps rückt neuerdings die von mir vorgetragene Konsonanztheorie in so »unmittelbare« Nachbarschaft zur Helmholtzschen, daß er beide sozusagen mit einem und demselben Schwertstreiche, durch »Wiederholung« der gleichen Einwände, glaubt vernichten zu können (Lipps, 156, 146). Auch Stumpf hebt an meinem Verhältnis zu Helmholtz vorzugsweise das Übereinstimmende hervor: den Rekurs auf sog. »Nebentöne« überhaupt und die (von mir — 3 — stärker als von allen andern Akustikern betonte) Tatsache, daß Helmholtz an einigen Punkten, ergänzend auch die Differenztöne für die Charakteristik der Zusammenklänge in Anspruch genommen hat. Eine verstärkende, modifizierende, sekundäre Bedeutung der Differenztöne für die Konsonanz wird auch von einigen andern Forschern, in mehr oder weniger bestimmter Weise, zugelassen. Die vornehme »Verwandtschaft« eines Helmholtz könnte mir nur recht sein; aber sein — beim damaligen Stande der tatsächlichen Beobachtungen naheliegendes — Ergebnis war bekanntlich, »daß die Kombinationstöne nur sehr unvollständig die Wirkungen der Obertöne in dem Zusammenklange zu ersetzen vermögen«[1]). Und diese Anschauung des großen Physiologen, dessen Interesse, von den Problemen der Klangfarbe

[1]) Die Lehre von den Tonempfindungen [5], 467.

her, etwas einseitig den Obertönen zugewendet war, scheint mir den Fortschritt der Konsonanzlehre ungünstig beeinflußt zu haben. Man wird gegenwärtig guttun, die Frage jeweils so zu stellen: Würden die Unterschiede der Konsonanz und Dissonanz sich so entwickelt haben, wie wir sie vorfinden, würden sie überhaupt existieren, wenn es gar keine Differenztöne gäbe? Diese Frage wird von Lipps und Stumpf und m. E. auch von Helmholtz entschieden bejaht; von Preyer und mir in vollem Umfange verneint.

Allerdings halte ich auch die Helmholtz eigentümliche Konsonanztheorie, d. i. die »Schwebungstheorie« und die Theorie der Obertöne nicht für so gänzlich überwunden wie Lipps, und halte ihre psychologische Tragweite für bedeutend größer als Stumpf[1]). Der bleibend wertvolle Gehalt dieser Lehren wird nur deutlicher hervortreten, wenn man alles, was Helmholtz von den Obertönen und auch von den Differenztönen gesagt hat, in der Richtung der neuen Beobachtungen und ihrer psychologischen Verknüpfung ergänzen wird. Solche tatsächliche und theoretische Ergänzung wird fruchtbarer sein als die jetzt immer allgemeiner werdende einfache Ablehnung; und sie ist nicht allzu schwierig beim gegenwärtigen Stande unseres Wissens über die Differenztöne, die Zwischentöne und über die psychische Assimilation.

Helmholtz und seine naturwissenschaftlichen Nachfolger haben auch da, wo die in Frage stehenden Tatsachen ihnen bekannt waren, diese Tatsachen nicht immer in dem psychologischen Geiste interpretiert, den wir gegenwärtig in der Konsonanzlehre fordern; und den uns für das Gebiet der psychologischen Akustik nicht zum wenigsten Stumpfs Tonpsychologie gelehrt hat. Auch Lipps hat seit vielen Jahren scharfsinnige Beiträge zur Lösung des psychologischen Konsonanzproblems geleistet; aber auch sie bedürfen, wie ich an den Hauptpunkten darzulegen versuchte, dringend einer theoretischen Kritik und Revision. Trotzdem hätte ich auf Grund rein theoretischer Erwägungen, über das vorgefundene Beobachtungsmaterial, es schwerlich unternommen, der herrschenden Ansicht von der psychologischen Bedeutungslosigkeit der Differenztöne entgegenzutreten. Durch ausgedehnte Versuchsreihen, deren Ergebnisse ich zunächst ohne Rücksicht auf ihre theoretischen Konsequenzen sehr ausführlich mitgeteilt habe (1; z. T. auch 2 und 3), gelang es aber, zahlreiche vorher unbekannt gewesene Tatsachen zu ermitteln. Es ergab sich, daß die Zahl und Merklichkeit der Differenztöne, wie sie schon beim Zusammenklange von zwei Stimmgabeln entstehen, erheblich größer ist, als man früher annahm. Es kam gleichzeitig

[1]) Hierauf gedenke ich im Archiv f. d. ges. Psychol. genauer einzugehen.

zur Beobachtung eine große Fülle wohlabgestufter qualitativer Besonderheiten dieser Teilempfindungen und Teilempfindungskomplexe, die schon nach dem Zeugnis der unmittelbaren Selbstbeobachtung den Gesamteindruck der Zusammenklänge in hohem Maße beeinflußten; ferner mannigfache, diesen Erlebnissen regelmäßig zugeordnete Gefühle und Eigentümlichkeiten der Auffassung, — lauter Dinge, die von den vorangegangenen Spezialuntersuchungen wenig oder gar nicht beachtet worden waren, einmal, weil deren Fragestellung überwiegend physikalisch und nicht psychologisch war, zum andern aus früher von mir dargelegten Gründen der Versuchsauswahl und der Methode. Was aber das wichtigste ist: jene Beobachtungen zeigten keineswegs die anfangs gefürchtete Regellosigkeit, sondern nach und nach trat eine unerwartet deutliche und einfache Gesetzmäßigkeit daraus hervor; und zugleich ein sehr weitreichender Parallelismus zu den allgemein anerkannten Tatsachen des Konsonanzbewußtseins. Hieraus erwuchs zunächst die Möglichkeit, das umfangreiche neue Beobachtungsmaterial verhältnismäßig einfach und zusammenhängend zu beschreiben; ferner, was mein Vertrauen dazu besonders stärkte: es mit allen genaueren Angaben der früheren vorzüglichen Beobachter, unter Berücksichtigung ihrer Versuchsbedingungen, derart zusammenfassen, daß die zahlreichen Dunkelheiten und Widersprüche dieser Angaben größtenteils sich lösten[1]).

Endlich aber war es durch die beobachteten Tatsachen selbst außerordentlich nahegelegt, Folgerungen für das psychologische Verständnis der Konsonanz und Dissonanz daraus zu ziehen. Die einfache zusammenfassende Beschreibung jener Tatsachen ergibt bereits die Grundzüge einer Konsonanztheorie. — Eben diese konsonanztheoretischen Folgerungen, die ich aus den von mir mitgeteilten Tatsachen ziehe, sind nun, wie zu erwarten war, von Stumpf und Lipps zur Diskussion gestellt.

Meine bisherigen Veröffentlichungen zum Konsonanzproblem stellen mit einer gewissen Ausschließlichkeit die Zusammenhänge dar, die ich

[1]) S. namentlich 2. — Ich erinnere beispielsweise an die von Wundt hervorgehobene Versöhnung der Koenigschen Angaben über sog. Stoßtöne mit den entgegenstehenden Anschauungen namentlich der Helmholtzschen Schule und mit den Tatsachen, wie sie sich aus den Beobachtungen beinahe von selbst ergab. Wundt II, 110.

zwischen den Verhältnissen der wahrnehmbaren Differenztöne auf der einen, dem primären sinnlichen Bewußtsein der Konsonanz und Dissonanz auf der andern Seite zu finden meinte. Psychologische und physiologische Zusammenhänge (des Konsonanzbewußtseins) anderer Art habe ich nicht bestritten; für eine beträchtliche Zahl solcher weiteren, psychologischen Zusammenhänge habe ich vielmehr den Ort sozusagen, die tatsächlichen und theoretischen Ansatzpunkte zu bezeichnen versucht. Aber in dieser Hinsicht habe ich mir absichtlich große Beschränkung auferlegt; einmal, weil die hier notwendigen experimentellen Grundlagen damals größtenteils fehlten, wie sie in den veröffentlichten Untersuchungen noch gegenwärtig fehlen; ferner deshalb, weil schon die von mir vorzulegenden neuen Befunde und deren psychologische Zusammenhänge trotz ihrer relativen Einfachheit verwickelt genug sind, so daß meine Abhandlungen ohnehin zu einem ungewöhnlichen Umfang anwuchsen.

Unter diesen Umständen war ich völlig darauf gefaßt und wünschte lebhaft, daß die wissenschaftliche Kritik nicht nur die unmittelbaren Ergebnisse meiner Versuche genauen Nachprüfungen unterzöge[1]); sondern daß sie ebenso meine theoretischen Beiträge zum Konsonanzproblem zunächst in Frage stellte und prüfte. Insbesondere mußte der Umfang, in dem ich die Differenztöne zur Erklärung der Konsonanz und Dissonanz heranzog, die primäre und durchgreifende Bedeutung, die ich ihnen für das Konsonanzbewußtsein zuschrieb, zunächst Widerspruch erregen. Eine feste, dauernd und allgemein gültige Grenzbestimmung ist hier wohl zurzeit noch niemandem möglich; und der wissenschaftliche Streit über Größe und Gewicht, ja auch über die verschiedenen psychologischen Gestalten des Differenztonfaktors in der Konsonanz wird wahrscheinlich nicht so bald verstummen.

Was ich aber nicht mehr erwartete, und was ich in jedem Falle für gänzlich aussichtslos erachte, das ist der Versuch, jenen Faktor des Konsonanzbewußtseins überhaupt zu bestreiten, also jeden Zusammenhang zwischen Differenztönen und Konsonanz schlechterdings zu verneinen. Lipps hat jetzt diesen Versuch unternommen. Mit der äußersten Bestimmtheit erklärt er am Anfang und am Ende seiner zehn Seiten langen Kritik: meine ganze »Untersuchung oder

[1]) Solche genaue Prüfung des rein Tatsächlichen wird gewiß in manchen Einzelheiten zu Korrekturen führen; namentlich in methodischer Hinsicht, worin ich selbst inzwischen weitergekommen bin, während alles Wesentliche meiner tatsächlichen Ergebnisse mir noch heute feststeht. In den mehr als fünf Jahren, die seit der Mitteilung dieser Ergebnisse verflossen sind, ist ein Zweifel an ihrer Haltbarkeit noch nicht laut geworden. Dagegen haben sie von Kiesow, Wundt, Guttmann und Schaefer, Ebbinghaus in verschiedenen Hinsichten wesentliche Zustimmung erfahren. Stumpf stellt neuerdings die Veröffentlichung weiterer Versuche, zur Kontrolle der meinigen, in Aussicht (Stumpf 272). Eine derartige Veröffentlichung, gerade von dieser hervorragend sachkundigen Seite, wäre auf das freudigste zu begrüßen.

ihr Ergebnis«, meine »Versuche und ihre Ergebnisse« hätten mit der Frage der Konsonanz und Dissonanz »schlechterdings nichts« und »nicht das mindeste zu tun«. Zur Begründung dieses Urteils werden weder die von mir beschriebenen Erscheinungen einer tatsächlichen Prüfung unterzogen, noch werden eigene neue Beobachtungen mitgeteilt; sondern Lipps' Darlegungen bewegen sich ganz im Theoretischen und Allgemeinen. Eine so radikale Ablehnung ernsthafter und umfassender Untersuchungen läßt von vornherein recht weitgehende allgemein psychologische Gegensätze vermuten.

Stumpf formuliert die Ergebnisse seiner eindringenden Kritik im allgemeinen weniger unbedingt als Lipps. Er läßt die Möglichkeit einer zukünftigen Verständigung offen; er erkennt schon jetzt an, daß meine Arbeiten gewisse Beiträge zur Konsonanztheorie und psychologischen Akustik enthielten; insbesondere hebt er schließlich die Rolle der Differenztonschwebungen bei gewissen Dissonanzen und sogar den »positiven Beitrag« hervor, »den schwebungsfreie Differenztöne zur wohltuenden Wirkung reiner konsonanter Intervalle und Akkorde liefern« (S. 281 f.). Die Tatsachen, worauf meine Theorie gegründet ist, setzt Stumpf für die vorliegende Untersuchung ausdrücklich und mit Betonung als ohne Ausnahme richtig voraus. Wie Lipps wendet er sich jetzt ausschließlich gegen meine theoretischen Darlegungen, gegen meine »Konsonanzlehre« und deren Konsequenzen. Daher muß auch die gegenwärtige Erwiderung ganz überwiegend theoretischen Charakter tragen. Nur an wenigen Punkten, wo namentlich Stumpf die Tatsachenfrage berührt, werde ich ihm darin zu folgen haben.

Bevor ich aber jede der beiden Kritiken im einzelnen beantworte, ist es notwendig, einige Vorfragen allgemein psychologischer und prinzipieller Natur zu erörtern, weil eine verschiedenartige Stellung zu diesen Fragen einen großen Teil der spezielleren Gegensätze bestimmt oder beeinflußt, die zwischen meinen Kritiken und mir bestehen. Es handelt sich dabei — das ist wichtiger als alle Polemik — um Fragen, deren Beantwortung für die Sache selbst, für die Psychologie der Konsonanz, von entscheidender Bedeutung ist.

Methodologische Vorfragen.

Die falsche Objektivierung oder Verdinglichung der psychologischen Begriffe.

Die wissenschaftliche Psychologie hat auszugehen von dem, was unmittelbar im Bewußtsein vorgefunden oder erlebt wird. Diese unmittelbaren Gegebenheiten, die Erlebnisse, hat sie zu beobachten und — sie sind jederzeit von zusammengesetzter Beschaffenheit — in ihre letzten unterscheidbaren Bestandteile zu zerlegen; beides mit Hilfe einer möglichst vielfachen, aber geregelten, daher soweit als möglich: experimentellen Variation ihrer Bedingungen. Die Ergebnisse solcher Beobachtungen und Zergliederungen sind möglichst genau zu registrieren; sie sind weiterhin, zum Zwecke der begrifflichen Zusammenfassung, vorurteilslos zu vergleichen. Die wissenschaftlich brauchbaren Begriffe und »Gesetze« der Psychologie sind nichts anderes, als der zusammenfassende Ausdruck für die Ergebnisse solcher systematischen Beobachtung und Vergleichung. Ihr wissenschaftlicher Wert ist um so höher, je vollständiger und zugleich einheitlicher das seelische Geschehen dadurch beschrieben wird. Daher kann die psychologische Theorienbildung nur unter steter Kontrolle der unmittelbaren Erfahrung vorwärts schreiten. Kein Begriff oder sogenanntes Gesetz darf zugelassen oder beibehalten werden, die nicht dauernd dieser Kontrolle standhalten, d. h. schließlich: die nicht restlos auf bestimmte Erlebnisse sich zurückführen lassen. Und die, im angegebenen Sinne des Wortes, wertvolleren Begriffe sind jeweils allen weniger wertvollen vorzuziehen[1]).

Grundsätzlich werden die hier skizzierten methodologischen Regeln gegenwärtig wohl von den meisten Psychologen anerkannt. Aber etwas anderes ist ihre konsequente und ausnahmslose Befolgung. Die Forderung des reinen Empirismus, um die es sich hier handelt, ist erst durch die Erfolge der neueren Naturwissenschaft und die dadurch mitbedingte kritische Erkenntnistheorie zu bewußter und allgemeiner Geltung innerhalb der Erfahrungswissenschaften gelangt. Wenn irgendeine unter ihnen unbedingt gehalten ist, sie zu verwirklichen, so ist es die Psychologie, die in ihrer gegenwärtigen Form,

[1]) Vgl. Cornelius, Psychologie als Erfahrungswissenschaft, S. 3ff. Für das Konsonanzproblem 3, 207ff.; 1, 311.

als reine Erfahrungswissenschaft, großenteils erst aus ebendieser Forderung heraus erwachsen ist. Aber noch gibt es keine Psychologie, ja vielleicht keine umfassendere psychologische Theorie, die den empiristischen Grundsätzen durchaus genügte. Alle Bemühungen unserer jungen Wissenschaft sind nur Annäherungen an dieses Ziel. Die Psychologie, der alle andern Wissenschaften ihre schwierigsten und allgemeinsten Voraussetzungen (wie Raum, Zeit, Substanz, Kausalität, Begriff, Gesetz) zur empiristischen Analyse überlassen, sie hat mit ganz besonderen methodologischen Schwierigkeiten zu ringen. Das Wesentliche dieser Schwierigkeiten läßt sich dahin zusammenfassen:

Wie alle empirischen Gesetzeswissenschaften hat die Psychologie die Aufgabe, Zusammengesetztes auf Einfacheres zurückzuführen, und vom Besonderen zum Allgemeinen aufzusteigen. Aber sie allein hat die erkenntnistheoretische Bestimmung, alles seelisch Erfahrbare in seine letzten, nicht weiter zurückführbaren Elemente zu zerlegen und damit zugleich die allgemeinsten Bedingungen (oder Zusammenhänge) aller Erfahrung überhaupt aufzudecken. Die »Elemente«, bis zu denen alle andern Wissenschaften durch ihre analytische und abstrahierende Tätigkeit gelangen können, sind nicht letzte Elemente für den Psychologen; denn sie erschöpfen erstens, einschließlich ihrer systematischen Verknüpfungen, nicht den ganzen Inhalt möglicher (unmittelbarer) Erfahrung, und sie alle enthalten zweitens noch gewisse unanalysierte Voraussetzungen, psychologischer Art, deren Analyse der Psychologie überlassen bleibt.

Beides läßt sich darauf zurückführen, daß die nicht psychologischen (und doch empirischen) Gesetzeswissenschaften, also die Naturwissenschaften — deren historische Zweige hier außer Betracht bleiben können —, von dem konkreten Zusammenhange abstrahieren, der die Erscheinungen, nacheinander und gleichzeitig, im erlebenden Bewußtsein verbindet; daß sie vielmehr aus ihrem Begriffssystem nach und nach alles ausscheiden, was allein diesem spezifischen Zusammenhange angehört. Das Weltbild der Naturwissenschaften kann im Verhältnis zum Ganzen der Erfahrung immer nur ein reduziertes sein, — reduziert eben durch die genannte Abstraktion. Der ganze, unreduzierte Inhalt möglicher seelischer Erfahrung bildet den Gegenstand der Psychologie; und dessen restlose, d. h. vollständige und voraussetzungslose Analyse ist ihre Aufgabe. Eben darum muß die

Psychologie überall vom seelischen Geschehen selbst, in seiner konkreten Ganzheit, ausgehen, und müssen ihre Theorien oder Begriffe sämtlich wiederum auf dieses Geschehen, auf konkrete seelische Erlebnisse zurückführen. Die psychologischen Begriffe sollen, wie andere wissenschaftliche Begriffe und mehr als sie, das Einfache und Elementare möglichst voraussetzungslos ergreifen. Aber dieses psychologisch Einfache oder Elementare ist uns in keiner Erfahrung unmittelbar und rein, d. h. isoliert gegeben. Die einzelnen seelischen Erlebnisse, aus denen allein die psychologischen Begriffe gewonnen werden können, deren einfacher und zugleich vollständiger Beschreibung allein sie zu dienen haben, diese konkreten Erlebnisse sind selbst keineswegs einfach oder voraussetzungslos; sondern sie sind jederzeit höchst zusammengesetzt und durch die ganze Vorgeschichte des erlebenden Bewußtseins bestimmt. Keine Rede davon, in einem gegebenen Zustand oder Vorgange des Bewußtseins das psychologisch Elementare so vorzufinden, wie der Chemiker aus einem gegebenen Körper chemische Elemente in bestimmten Quantitäten realiter herausanalysieren kann. Das im psychologischen Sinne Einfache oder Elementare existiert vielmehr lediglich für das vergleichende und isolierende Denken, in den Begriffen gewisser Grundfunktionen oder Elementarvorgänge, aus deren regelmäßigem Zusammenwirken das konkrete seelische Geschehen verständlich wird. Diese Grundfunktionen, diese Elementarvorgänge aber sind niemals auch nur annähernd realiter isolierbar, sie können niemals gesondert erlebt oder vorgefunden werden.

Darum besteht der folgenschwerste Fehler des psychologischen Denkens — wie gut wir auch aus der Geschichte der Psychologie und aus der Natur des menschlichen Geistes ihn mögen erklären können — in der Hypostasierung oder Verdinglichung seiner Begriffe. Der Physiker kann auf weite Strecken ohne Schaden das physikalische Geschehen rein gegenständlich beschreiben, d. h. absehend von jedem es erlebenden Bewußtsein; ja es ist die Aufgabe der Naturwissenschaft, die Farben und Töne und Gewichte und alle Erscheinungen überhaupt so zu »erklären«, wie sie ohne Rücksicht auf ihr unmittelbares, nämlich seelisches Gegebensein, auf ihr Mit- und Nacheinander in einem lebendigen Einzelbewußtsein sich begreifen lassen. Dem Psychologen ist dergleichen nicht gestattet; er

hat vielmehr, wie wir sahen, im Gesamtsystem der Erfahrungswissenschaft die Funktion, jene naturwissenschaftliche Abstraktion wieder aufzuheben, jene arbeitsteilige Einseitigkeit zu korrigieren und zu ergänzen. Die Empfindungen und Vorstellungen und Gefühle, die Verschmelzungen, Assoziationen, Urteile, und wie die abstrakten Begriffe heißen mögen, durch die er den lebendig-einheitlichen Strom des seelischen Geschehens teilen und neu zusammenfassen muß, sie darf er nicht dingartig objektivieren, d. h. als realiter isolierbare und substantiell beharrende Gegenstände denken.

Diesen methodologischen Erbfehler der Psychologie, der nahe mit dem vorkritischen Begriffsrealismus zusammenhängt, habe ich bei früheren Gelegenheiten kurz als »Objektivismus« bezeichnet. Der Ausdruck ist aber nicht eindeutig. Denn es gibt ja eine wissenschaftlich notwendige und erkenntnistheoretisch einwandfreie »Objektivierung« der Erscheinungen, durch die begriffliche Verarbeitung, auch in der Psychologie. Auch die Psychologie ist natürlich auf »objektiv« Gültiges gerichtet, in dem Sinne, daß sie empirische Gesetzmäßigkeiten, Zusammenhänge der Erscheinungen von relativer Konstanz zu ermitteln sucht (s. den Eingang des folgenden Kapitels).

Was dagegen unter der »falschen Objektivierung, Hypostasierung, Verdinglichung« hier verstanden wird, ist oben angedeutet und kann erst durch die weitere Darstellung, an Beispielen ganz deutlich werden.

Das Mißverständnis ist wohl nicht zu befürchten, als bestehe die falsche Objektivierung oder Verdinglichung der Begriffe wesentlich darin, daß man diese wie sichtbare und greifbare Körper denke. Das Gemeinsame der hier bekämpften psychologischen Denkweise und des populären Dingbegriffes ist vielmehr der Dogmatismus, der den Anteil des abstrahierenden und verallgemeinernden Denkens vergißt und daher die Begriffe noch jenseits aller Erscheinungen hypostasiert, als etwas realiter für sich Bestehendes und in seinem Dasein unveränderlich Beharrendes. Die feineren, späteren Formen solcher Verdinglichung haben meist von greifbarer Körperlichkeit, ja oft von räumlichen Eigenschaften überhaupt nichts mehr an sich, wenngleich sie gerade hinter den räumlich-optischen Analogien des Denkens und der Sprache sich gern verstecken.

Immer wieder, nicht selten in einer falschen Nachahmung des naturwissenschaftlichen Verfahrens, ist die Psychologie auf die Irrwege des falschen Objektivismus geraten. Herbart und einige andere, durch Kant gebildete Denker haben den genannten methodologischen Fehler an den Grundbegriffen der sogenannten Vermögenspsychologie erkannt und teilweise überwunden. Aber ganz ähnlich wie jene Vermögenslehre, nur auf einer höheren Stufe der Abstraktion, verstrickte

sich Herbarts Psychologie in hypostasierten und dinghaft objektivierten Begriffen. Die »Vorstellungen«, nach Herbart die Urelemente des seelischen Geschehens, sollten »im« Bewußtsein, wie in einem leeren Raume, aufsteigen und sich bewegen, sich drängen und verdrängen und wieder erscheinen, und dabei immer dieselben bleiben, wie selbständige und unveränderliche Dinge.

Die Psychologie unserer Tage kennt unvergleichlich mehr wohlbeobachtete Tatsachen als die Herbartsche und arbeitet mit einem viel reicher abgestuften, daher schmiegsameren Begriffsapparat. Aber den geschilderten methodologischen Fehler der Verdinglichung hat sie noch keineswegs völlig ausgemerzt. Man vergleiche die Hauptlehren von Lipps, der an den Begriffen Herbarts eine erfolgreiche Kritik geübt hat. Man sehe zu, welche Rolle in dieser Psychologie das »reale Ich« spielt, mit seiner Fähigkeit »unmittelbar erlebt« zu werden, und mit seinen zahlreichen unanalysierten »Tendenzen«; man beachte, wir hier grundsätzlich zu jeder Gruppe funktionell zusammengehöriger Bewußtseinsvorgänge etwas realiter und immer gleichartig »Zugrundeliegendes« konstruiert, und so die psychologische Wirklichkeit dinghaft verdoppelt wird; wie es, spezieller, in der Konsonanzlehre als beinahe selbstverständlich gilt, daß die physikalischen Tonschwingungen mit den Tonempfindungen »auf einem und demselben Boden sich treffen« und mit diesen »zu einem einheitlichen Vorgange sich vereinigen«; daß gewisse Eigenschaften jener objektiven Bewegungsvorgänge (der mathematischen Physik) in die psychischen Tonerlebnisse »hinüberklingen« oder »sich hinein erstrecken«. Und man prüfe, ob solche psychologische Anschauungen den erkenntnistheoretischen und methodologischen Erfordernissen genügen[1]).

Auch Stumpfs psychologische Lehren, obwohl sie sich nahe an exakt beobachtete Tatsachen zu halten pflegen, sind nicht frei von Verdinglichungen in dem angegebenen Sinne des Wortes. Ich rechne

[1]) Die neuesten Darstellungen der Lippsschen Tonpsychologie finden sich in seiner Grundlegung der Ästhetik, S. 450ff., und in der 2. Auflage seiner »Psychologischen Studien«, S. 118ff. — Vgl. dazu die kritischen Erörterungen von Stumpf, Beiträge 1, 19ff.; Wundt II, 121f.; 436f.; Krueger 3, 214ff. Gegen Lipps', wie ich finde, mehrdeutige Begriffe des Subjektiven und des Objektiven und gegen seinen dogmatischen »Objektivismus« habe ich mich schon in einer Rezension vom Jahre 1899 gewendet, Vierteljahrsschr. f. wiss. Philos., 23, 236f.; ebenso auf dem letzten internat. Psychologenkongreß, im April 1905 zu Rom. Vgl. den Kongreßbericht.

dahin den psychologischen Begriff der unbemerkbaren Empfindungen und Empfindungsunterschiede[1]); ebenso, worauf wir noch zurückkommen müssen, die Art, wie er vielfach die »Erinnerung« beschreibt und ihre Inhalte in substantieller Geschlossenheit neben die gleichzeitigen Empfindungen stellt. Hierher gehört ferner teilweise sein Begriff der Tonverschmelzung. Dieser Grundbegriff der Stumpfschen Tonpsychologie[2]) umfaßt, wie das auch von andern Seiten immer deutlicher erkannt wird, zwei wesentlich verschiedene und miteinander theoretisch nicht zureichend verbundene Bedeutungen. Nur die eine ist rein empirisch fundiert: wonach Verschmelzung ein direkt vorgefundenes »Empfindungsmerkmal« bezeichnet, nämlich die relative Einheitlichkeit eines Tonkomplexes im unmittelbar erlebten Gesamteindruck. »Verschmelzung« bedeutet aber zweitens und noch häufiger bei Stumpf einen in keinem konkreten Erlebnis vorzufindenden, sondern objektiv und dinghaft hypostasierten Tatbestand, nämlich: ein (nur) »graduell abgestuftes Hindernis der Analyse«; die Verschmelzung ist dann »Grund« oder »Ursache« für die Schwierigkeit oder Seltenheit, womit der Zusammenklang zweier »Töne« objektiv richtig, d. h. als zwei Töne beurteilt wird; und jene unmittelbar zu erlebende Einheitlichkeit ist die »Folge« der Verschmelzung. Aus der objektivistischen Fassung dieses zweiten Verschmelzungs- und zugleich des Empfindungsbegriffes ist es zu erklären, daß Stumpf die Tonverschmelzung nicht selten so darstellt, als handelte es sich dabei um ein nur graduell abgestuftes »Verhältnis« zweier verschiedener Empfindungen, die ihrerseits in qualitativ immer gleicher Beschaffenheit (entsprechend den physikalischen Tonreizen) jeweils neben einander im Bewußtsein vorhanden wären; während das im

[1]) Tonpsychologie I, 34f., 50 und passim. — Dagegen: Cornelius, a. a. O. 185 und III. Internat. Kongr. f. Psychol. S. 229f. Vgl. auch Natorp, Götting. Gel. Anz. 1891 II, 783f., 788.

[2]) Da ich im folgenden, noch entschiedener als früher, Kritik üben muß an den theoretischen Grundlagen der Stumpfschen Verschmelzungslehre, möchte ich schon hier ausdrücklich daran erinnern, daß die »Tonpsychologie«, dieses grundlegende und bewundernswerte Werk, die Probleme der Tonverschmelzung teilweise zuerst klar formuliert, auf den Grund exakter Beobachtungen gestellt und in ihrer allgemeinen psychologischen Bedeutung uns erkennen gelehrt hat. Dementsprechend findet man auch in Stumpfs eigenen Arbeiten mehrfach Hindeutungen auf die Weiterbildung und Umgestaltung seiner Theorien, die durch den Fortschritt der psychologischen Erkenntnis heute gefordert ist.

Bewußtsein Gegebene vielmehr ein bald so, bald anders qualitativ gefärbter und mehr oder weniger einheitlicher Gesamteindruck ist; und daher die psychologische Untersuchung zuerst nach den Qualitäten dieses Gesamteindruckes, sowie nach den Bedingungen der Mehrheitsauffassung fragen muß (Näheres 3, 235ff.; 55 und im folgenden).

Auch Lipps, dessen Tonlehren, wie wir sehen werden, in weitem Umfange auf unzulässigen Objektivierungen beruhen, konstatiert neuerdings bei Stumpf den oben an zweiter Stelle genannten, objektivistischen Begriff einer Verschmelzung, und daher auch Konsonanz, »an sich« (Lipps 167, 164).

Nicht immer sind es ursprünglich psychologische Begriffe, die von den Psychologen in das konkrete seelische Geschehen dinghaft hineinprojiziert werden. Vielleicht noch häufiger geschieht das mit Begriffen einer andern und älteren wissenschaftlichen Herkunft, die in ihrem ursprünglichen Zusammenhange einen wertvollen Inhalt haben, — am häufigsten, wie in der Lippsschen Konsonanztheorie: mit den geläufigeren Begriffen der Physik. Die Psychologie der Gesichtsempfindungen hat sich von diesem Fehler des physikalischen Objektivismus schon mehr befreit als die Tonpsychologie. Das erklärt sich zum Teil, rechtfertigt sich aber nicht, aus physiologischen und psychologischen Gründen. Es wird damit zusammenhängen, daß die Lichtreize schon physiologisch, in den Nervenapparaten weitergehende Umbildungen erfahren als die Schallreize, und ferner damit, daß eine komplexe Tonwahrnehmung vollständiger als eine optische Wahrnehmung unmittelbar in qualitativ verschiedene Teilempfindungen zergliedert werden kann, welche Teilempfindungen wiederum dort mehr als hier einen gewissen Parallelismus zu den Elementarvorgängen der physikalischen Theorie darbieten. Tatsache ist, daß der physikalische Begriff des (objektiven) »Tones« in der Lehre von den Tonempfindungen noch immer eine irreführende Rolle spielt. Für die Lippssche Tonpsychologie habe ich das am oben angegebenen Orte mehrfach nachgewiesen.

Es liegt in derselben Richtung einer Verdunkelung des psychologischen durch den physikalischen Tonbegriff, wenn bei den von Stumpf eingeführten Verschmelzungsversuchen mit objektiven Zweiklängen die Fragestellung fast immer von vornherein auf »einen oder

zwei Töne« gerichtet war; ich habe durch besondere Versuche festgestellt, daß unter sonst gleichen Bedingungen bei rein phänomenologischer Fragestellung auch wenig Geübte drei und mehr Teiltöne in dem Klangganzen entdecken können — namentlich wegen der Differenztöne[1]).

Die Erforschung der Differenztöne ist mehrfach dadurch irregeleitet worden, daß man ihre psychologische mit ihrer physikalischen Existenz verwechselte. Bekanntlich lassen weitaus die meisten dieser Töne sich nicht als objektive Schwingungskomponente in der Luft nachweisen, sondern sind insofern »subjektiv«, als sie erst physiologisch im Ohre aus dem Zusammenwirken zweier Tonschwingungsvorgänge entstehen. Daraufhin wurden sie zunächst von manchen Physikern als »Einbildungen« beiseite geschoben. Helmholtz hat dem (wie wir heute wissen, großenteils irrtümlichen) Nachweis ihrer physikalischen Existenz außerhalb des Ohres viel mehr Arbeit gewidmet, als der Feststellung ihrer unbezweifelbaren psychologischen Gegebenheit. Die schließlich als »subjektiv« erkannten Differenztöne blieben noch längere Zeit im Geruche einer sozusagen herabgesetzten Wirklichkeit (2, 216ff.; 185 Anm.).

Für die von Helmholtz aufgestellte physiologische Theorie des Hörens bildet die Tatsache der Differenztonwahrnehmung eine von den meisten Akustikern zunächst weit überschätzte, aber noch jetzt nicht völlig überwundene Schwierigkeit. Diese Schwierigkeit nun, die physiologische Entstehung der Kombinationstöne zu erklären, hat zahlreiche Spekulationen darüber hervorgerufen, welche von diesen Tönen und in welcher Stärke sie mathematisch und physiologisch »möglich« wären; anstatt daß man zunächst einmal völlig unbefangen hingehört und genau festgestellt hätte, was unter diesen, und was unter jenen Bedingungen tatsächlich wahrgenommen wird. Stumpf und Wundt sahen sich veranlaßt, ausdrücklich zu betonen, daß jene Subjektivität für die psychologische Betrachtung an sich ganz gleichgültig ist.

Aber noch vor wenigen Jahren hat ein namhafter Psycholog und Konsonanztheoretiker mündlich meine Auffassung von der Konsonanz dadurch zu erschüttern gemeint, daß das »experimentum crucis« einer

[1]) 3, 62ff.

Auslöschung durch Interferenz bei den Differenztönen unmöglich zu sein scheine. Ein als Astronom und Mathematiker hervorragender Forscher versprach sich von der psychologischen Beobachtung und Analyse der Zusammenklänge keinen Erfolg für die Theorie der Konsonanz; diese könne vielmehr nur durch zahlentheoretische Untersuchungen gefördert werden.

Was die Differenztöne angeht, so blieben selbst diejenigen Akustiker fast durchweg in physikalisch-mathematischen Vorurteilen befangen, die neuerdings von vornherein die Frage stellten, ob solche Töne und welche unter gegebenen Bedingungen für die Wahrnehmung vorhanden seien. R. Koenig und Preyer, denen wir die umfassendsten Untersuchungen dieser Art verdanken, begnügten sich noch überall mit der Feststellung, welche von den Differenztönen der Rechnung und der physikalischen Theorie »vorhanden« seien, und etwa noch, in welcher Stärke »sie« wahrgenommen würden. Man achtete gar nicht darauf, ob vielleicht Differenztöne in einer andern, unerwarteten Qualität zu Gehör kämen. Es gibt nun, wie ich gezeigt habe, solche (durch Zwischentonverschmelzung) von ihrer rechnerischen Höhe weit abgelenkte, auch sonst qualitativ veränderte Differenztöne in großer Zahl; sie werden bei allen ausgeprägteren Dissonanzen ohne Mühe wahrgenommen, und ich glaube für den Gesamteindruck der Zusammenklänge ihnen eine hohe psychologische Bedeutung zuschreiben zu müssen. Wir begreifen jetzt auch die physiologische Möglichkeit, ja Notwendigkeit dieser Töne, einschließlich eben jener, zunächst unerwarteten Eigenschaften. Manche Experimentatoren müssen alles dies oft gehört, und sogar gesondert herausgehört haben; aber sie identifizierten es ohne weiteres mit den nächstgelegenen »theoretischen« Kombinationstönen[1]).

Ein hochverdienter Tonpsychologe erklärte mir, nach dem Studium aller meiner akustischen Arbeiten: bei der Schwierigkeit der subjektiven Analyse könne er keinen von mir behaupteten Kombinationston als »wirklich vorhanden« anerkennen, der nicht nach der Schwebungsmethode, in der gleichen Tonhöhe, sich ergebe; ein Differenzton also beispielsweise, den mehrere Beobachter unwissentlich und nahezu übereinstimmend in der Tonhöhe 212 zu hören angegeben hätten, müsse mit einer Hilfsgabel 210 oder 214 zweimal in der

[1]) **2**, 189ff., 214, 245; 3, 264.

Sekunde schweben, — sonst habe man an seiner Existenz zu zweifeln. Nun ist bekanntlich diese von den Physikern mit Recht viel benutzte Methode der Hilfstonschwebungen nicht, wie die Interferenzmethode, auf »objektive« Töne beschränkt, und sie kann in der Tat in gewissen Fällen, sehr vorsichtig angewendet, auch zur Kontrolle psychologischer Beobachtungen mit herangezogen werden. Aber niemals kann sie die »subjektive« Beobachtung ersetzen; sie kann den Psychologen völlig irreführen; und es gelang mir, an den Apparaten anschaulich zu machen, daß die soeben wiedergegebene Regel jedenfalls nicht allgemein gelten darf. Zunächst nämlich ist ein wegen zu geringer Intensität nicht mehr hörbarer Ton noch imstande, einen nahe benachbarten zu entsprechendem Schweben zu veranlassen. Aber das ist das geringste Bedenken; es fällt nur dann entscheidend ins Gewicht, wenn man, wie manche Forscher, ausschließlich solchen Tönen psychophysiologische Wirkungen zuerkennt, die noch gesondert wahrzunehmen sind. Wichtiger sind zwei andere Momente, derentwegen ich die Schwebungsmethode als »trügerisch« von meinen Differenztonbeobachtungen ausschloß (2, 210). Der zu einem Tonkomplex hinzutretende Hilfston muß jederzeit mit den schon vorhandenen Tönen neue Kombinationserscheinungen bilden. Bringe ich im Falle unseres Beispiels die Hilfsgabel 210 heran, und es sei etwa in der schon vorhandenen Tonmasse der Teilton 422 oder 418, gleichviel welcher Herkunft, enthalten, so muß jeder von diesen beiden mit dem Hilfston 210 zwei Oktavenschwebungen p. sec. geben, und diese Schwebungen werden in der Höhe des Hilfstones lokalisiert, mit dem sie zugleich auftreten und verschwinden. (Es entsteht nämlich der neue Differenzton $422 - 210 = 212$ bzw. $418 - 210 = 208$, welche beide natürlich von dem gleichzeitigen 210 nicht unterschieden werden.) Durch Differenztöne höherer Ordnung, wie ich sie früher ausführlich beschrieben habe, können sich die Erscheinungen in hohem Maße komplizieren. Dazu kommt schließlich die vorhin erwähnte Tatsache, daß Differenztöne ganz wie primäre Töne bei einer gewissen Annäherung ihrer Tonhöhe zu Zwischentönen verschmelzen und dadurch aus ihrer theoretischen Tonlage abgelenkt werden.

Die große Mehrzahl aller Zusammenklänge der mittleren und tiefen Tonlage enthält mindestens eine solche Zwischentonverschmelzung. Nun sei der in unserem Beispiel »subjektiv« bestimmte Teilton 212 dieses Ursprunges.

Es lassen sich zahlreiche dissonante Zweiklänge konstruieren, die einen Zwischendifferenzton von dieser Höhe tatsächlich ergeben. Theoretisch mögen die Teiltöne 200 und 220 vorhanden sein; einer von diesen beiden mag sogar (z. B. als Grundton einer verstimmten Oktave) objektiv in der Luft erklingen: so wird doch weder 200 noch 220 für sich wahrgenommen werden, sondern statt dieser ihr physiologisches Verschmelzungsprodukt = (ungefähr) 212. Nähere ich einem solchen Zusammenklange die Hilfsgabel 210 (oder 214), um die Angabe meiner Beobachter »212« zu prüfen, so schwebt diese Gabel viel rascher und verworrener, als mit einem isolierten Tone 212. Verstimme ich dann die Hilfsgabel nach oben oder nach unten, so treten um **200** und um **220** die diesen Tönen entsprechenden langsamen Schwebungen hervor, die physikalischen Tonschwingungen können eben, auch noch innerhalb des Ohres, sich ungestört superponieren; während in der Empfindung weder 200 noch 220 sondern eben 212 vorhanden ist. Wir sehen allgemein: Die Schwebungsmethode kann gegenüber deutlich wahrgenommenen Tönen versagen, und sie kann Töne als vorhanden vortäuschen, die in keiner Weise wahrzunehmen sind. Das wichtigste und zuletzt das einzige Mittel zur Kontrolle einer Tonwahrnehmung bleibt die sorgfältig wiederholte und systematisch variierte subjektive Beobachtung.

Wir haben hier im Grunde nur einen speziellen Fall der Gefahren vor uns, die aus der Vermengung des psychologischen mit dem physikalischen Tonbegriff entspringen. Der Fall erläutert anschaulich unsere methodologische Grundregel, wonach das unmittelbar im Bewußtsein Vorgefundene den Ausgangspunkt und wieder den letzten Prüfstein der Psychologie zu bilden hat.

Eine psychologisch nicht unbedenkliche, präsumierende Ausdrucksweise ist es zum mindesten, wenn Lipps neuerdings mit starker Betonung die Differenztöne als »Nebentöne« und alles, was für die Wahrnehmung damit zusammenhängt, als »akustische Nebengebilde« bezeichnet. Stumpf spricht gelegentlich in verwandter Weise von »Beimischungen«. Ähnlich nennt Lipps in seiner Polemik gegen Helmholtz »Begleiterscheinungen« alles, was ein Zusammenklang außer den primären Grundtönen noch enthalten mag[1]).

Solche Ausdrücke stammen aus der physikalisch-mathematischen Analyse der objektiven Schwingungsvorgänge. Hier haben sie ihren unmißverständlichen Sinn. Psychologisch sind sie zum mindesten mehrdeutig. Von den Obertönen ist jetzt allgemein anerkannt, daß sie der

[1]) Lipps 146f., 142 und passim. Stumpf 279 und Tonpsychologie II, wo alle Kombinationserscheinungen nicht selten als Nebentöne, Nebenerscheinungen bezeichnet werden, zuweilen auch ohne theoretische Betonung.

unmittelbaren Wahrnehmung für gewöhnlich nicht als Begleiterscheinungen oder Nebentöne neben den Grundtönen gegeben sind, sondern als qualitative Färbungen des jeweiligen Gesamtklanges. Für die Differenztöne in ihrem Verhältnis zu den Zusammenklängen habe ich, nach dem Vorgange anderer Psychologen, Analoges behauptet, und man kann sich leicht davon überzeugen. Auch gibt die geschichtliche Tatsache zu denken, daß man Jahrhunderte hindurch die Differenztöne ebenso wie die Obertöne gar nicht gekannt, also auch von den »Haupttönen« nicht unterschieden hat. Psychologisch könnte jene Ausdrucksweise vor allem zweierlei bedeuten. Einmal einen Unterschied der Tonstärke; zum andern, was davon wohl zu unterscheiden wäre, eine verschiedene Bedeutung der fraglichen Töne für das Hören. Was nun die Obertöne eines Einzelklanges angeht, so pflegt in der Tat jeder einzelne von ihnen, wenn es überhaupt geschieht, leiser herausgehört zu werden als der »Grundton«; während das Amplitudenverhältnis der in der Luft nachweisbaren Schwingungskomponenten gewöhnlich ein ganz anderes, nicht selten das umgekehrte ist. Ich habe zur Lösung dieser Schwierigkeit darauf hingewiesen, daß die Obertöne unter sich einen »subjektiven« Differenzton mehrfach bilden müssen, der, mit dem »Grundton« zusammenfallend, diesen für die Wahrnehmung verstärkt (2, 258 f.). Über die Empfindungsstärke der Differenztöne wissen wir noch wenig Genaues und Allgemeingültiges. Sie wurde, wie oben erwähnt, bis vor kurzem durchgängig zu gering geschätzt. Aus der Tatsache, daß die Kombinationserscheinungen beim gewöhnlichen Hören der gesonderten Wahrnehmung zu entgehen pflegen, schlossen manche ohne weiteres, atomistisch objektivierend, auf eine minimale Intensität dieser Empfindungselemente. In den letzten Jahren wurde zuweilen von Differenztönen berichtet, die die Primärtöne an Stärke überträfen; gewiß ist, daß sie ihnen nicht selten nahe gleichkommen.

Mit den Ausdrücken »Nebentöne«, »Begleiterscheinungen« und verwandten kann ferner gemeint sein, daß die fraglichen Teilempfindungen für die Wahrnehmung oder — was damit ja z. T. zusammenfiele — für die psychologische Tonlehre eine geringe Bedeutung hätten. In dieser Allgemeinheit wäre das jedenfalls nicht zuzugeben. Man lasse einen normal entwickelten, aber im Augenblicke nicht gerade wissenschaftlich interessierten Europäer einen beliebigen

Ton einer Violine einzeln vernehmen und frage ihn etwa: Was ist das für ein Ton? Er wird in der Mehrzahl der Fälle antworten: Ein Geigenton, oder in anderer Weise die Klangfarbe charakterisieren; nur in besonderen Fällen, etwa extrem hoher oder tiefer Tonlage, wird er die Tonhöhe beurteilen. Die Klangfarbe ist das, was an Einzelklängen besonders aufzufallen, was auch am besten behalten und wiedererkannt zu werden pflegt; und die Klangfarbe beruht in erster Linie auf den Obertönen. Vielleicht haben die Differenztöne eine analoge Bedeutung für den Charakter der Zusammenklänge? Eben das ist es, was Lipps und Stumpf, entsprechend der herrschenden Theorie, bestreiten wollen, und diese durch Tatsachen erst zu begründende theoretische Überzeugung klingt in den Ausdrücken »Nebengebilde«, »Beimischungen« usw. mit. Hüten wir uns, zu meinen, daß damit unmittelbar gegebene Eigenschaften der Wahrnehmung bezeichnet wären.

Die Neigung, Erzeugnisse der Abstraktion zu hypostasieren und in das unmittelbar Gegebene dinghaft hineinzudeuten, hat zu tiefe Wurzeln im natürlichen menschlichen Denken, als daß sie auf einen substantiellen Gebrauch eigener Denkprodukte oder auf eine einfache, unveränderte Übertragung gänzlich heterogener Begriffe sich beschränken könnte. Vielmehr sind diese beiden Formen des (hier kurz als »Objektivismus« oder »Verdinglichung« bezeichneten) methodologischen Fehlers nur Grenzfälle, die bei einem kritischen Denker sich selten ganz rein verwirklicht finden. In der Regel — das gilt teilweise schon von den bisher besprochenen Beispielen — handelt es sich zugleich um allgemein verbreitete, scheinbar selbstverständliche Begriffe, die ganz wohl geeignet sind, die zu untersuchenden Tatbestände vorläufig wenigstens annähernd zu bezeichnen. Ein solcher Begriff wird in der Wissenschaft zunächst als bequeme Redeweise zugelassen; er befestigt sich eine Zeitlang auf seiner, nie ganz fehlenden Erfahrungsgrundlage. Und sein normales Schicksal ist, durch die Verfeinerung und Ausbreitung der von der Wissenschaft an den Tatsachen vollzogenen Arbeit nach und nach bestimmter geformt, erheblich umgestaltet oder — ausgeschieden zu werden. Besitzt aber ein solcher vorläufiger, d.h. wissenschaftlich noch nicht hinreichend bearbeiteter Begriff einen großen Umfang und Geltungsbereich, hat

er zugleich, vielleicht im Laufe von Jahrhunderten, eine hohe psychologische Festigkeit erlangt, so kann er den Ausbau der wissenschaftlichen Erkenntnis außerordentlich aufhalten und irreleiten. Nicht nur, daß er im theoretischen System Punkte besetzt hält, die andern, rein empirisch fundierten und exakt gewonnenen Begriffen zukämen; er hindert geradezu die Gestaltung dieser letzteren und schon die dazu nötigen Vorarbeiten.

Die Lehre von den Tonwahrnehmungen scheint mir nun mehr als andere psychologische Disziplinen noch erfüllt von altehrwürdigen, fertig übernommenen und weiterer Bearbeitung dringend bedürftigen Begriffen. Die meisten unter ihnen stammen aus der Musikwissenschaft und dem Sprachgebrauche der Musiker. Sie haben daher gewöhnlich ein schon näheres Verhältnis zum unmittelbaren seelischen Erleben, als etwa die physikalischen Lehnbegriffe; wie ja überhaupt die Erzeugnisse der Musiktheorie — neben den Erfahrungen und den Schöpfungen der Musik selbst — einen unermeßlich reichen Schatz für den Psychologen darstellen. Aber das ist für ihn zunächst ganz überwiegend nur ein Schatz von Tatsachen, ein Material zu psychologischer Bearbeitung. Die weite Verbreitung, das hohe Alter, die sehr allgemeine Bedeutung der meisten musikalischen Begriffe muß den Psychologen eher auffordern als hindern, sie der genauesten psychologischen Analyse zu unterwerfen; gerade auf diese Weise wird er schließlich auch der Musiktheorie wichtige Dienste leisten.

Jedes bekannt gewordene Musiksystem hat seine mannigfaltigen und großenteils noch unaufgeklärten geschichtlichen Voraussetzungen. Jedes entwickelte Musiksystem ruht ferner auf sehr hoch zusammengesetzten seelischen Bedingungen. Aber das musikalische Denken einer Zeit ist überwiegend von den Bedürfnissen der praktischen Musikübung geleitet. Was bei uns gegenwärtig an Musiktheorie gelehrt wird, das ist wesentlich ein technisches Wissen zum Gebrauch unserer ausübenden und schaffenden Musiker. Die psychologische wie die physikalische Elementaranalyse, die Zurückführung der musikalischen Tatsachen, Begriffe, Regeln auf ihre letzten erreichbaren Gründe liegt den Musiktheoretikern fern und bleibt den benachbarten rein theoretischen Wissenschaften überlassen.

Zur streng psychologischen Untersuchung musikalischer Begriffe und Tatsachenkomplexe haben Stumpf und seine Schüler mehr als

andere beigetragen. Aber vielleicht hängt es mit der hohen musikalischen Begabung und Übung, sowie mit der musikwissenschaftlichen Bildung dieser Psychologen zusammen, daß sie gewissen geläufigen Begriffen der Musiker noch zu viel kritische Duldung entgegenbringen; daß manche von diesen Begriffen ihnen als allzu selbstverständlich gelten und daher einer genauen kritischen Analyse oder Differenzierung gar nicht zu bedürfen scheinen. Dazu gehört m. E. einer von den wichtigsten Begriffen der Musiktheorie und zugleich der Tonpsychologie, eben der jetzt umstrittene Begriff der Konsonanz. Die Musiker sprechen ja von Konsonanz und Dissonanz in einem sehr weiten und dabei theoretisch ziemlich unbestimmten Sinne. Die meisten erklären es z. B. für möglich, eine »Konsonanz« als »Dissonanz« »aufzufassen« und umgekehrt. Soweit da nicht einfach »Konsonanz« mit Annehmlichkeit und »Dissonanz« mit Unerfreulichkeit gleichgesetzt wird — eine Verwechslung, vor der Stumpf am entschiedensten gewarnt hat (s. 3, 239ff.) —, handelt es sich um höchst verwickelte Verhältnisse der Akkordfolge, die aus dem psychologischen Konsonanzbegriffe zunächst auszuscheiden sind. Bleiben wir bei den Problemen des isoliert wahrgenommenen Zusammenklanges, und zunächst des Zweiklanges, so pflegen diese den Musiker und auch den Musiktheoretiker weit weniger zu interessieren als den Psychologen, der in ihrer Lösung eine unerläßliche Voraussetzung für das wirkliche Verständnis der meisten feineren musikalischen Zusammenhänge erblickt. Soweit aber jener zu den Erscheinungen der »sinnlichen« oder »akustischen« Konsonanz und Dissonanz herabsteigt, begnügt er sich in der Regel erst recht mit einem sehr allgemeinen und sozusagen absoluten Konsonanzbegriff. Nicht nur, daß er die psychologischen oder physiologischen Faktoren auf sich beruhen läßt, die den konsonanten oder dissonanten Eindruck jeweils bewirken mögen: gewisse Intervalle unseres Musiksystems rechnet er, gleichviel von welchen Tönen sie gebildet werden, zu den Konsonanzen und alle andern zu den Dissonanzen; hier und namentlich dort unterscheidet er wohl noch drei bis vier Gradabstufungen (der Konsonanz); an den Grenzen des musikalisch gebräuchlichen Tonbereiches wird »die« Konsonanz oder Dissonanz schlecht »erkennbar«. — Alles Weitere pflegt ihm unerheblich zu sein.

Stumpf begnügt sich nun nicht selten, und durchgängig gerade in den gegen meine Theorie gerichteten Ausführungen, mit diesem undifferenzierten, wenig analysierten und nahezu substantiell gewordenen Konsonanzbegriff. Ich werde später im einzelnen darlegen, wie hiermit alle zwischen Stumpf und mir bestehenden theoretischen Gegensätze zusammenhängen.

Er setzt überall als beinahe selbstverständlich voraus, daß zwei Töne von gleichem Schwingungsverhältnis (2:3, 4:5, 8:13 usf.) für die Wahrnehmung in ihrem Konsonanzcharakter unverändert bleiben, gleichviel wie es sonst um ihre Eigenschaften, um die Bedingungen ihrer Erzeugung und ihrer Wahrnehmung bestellt sein mag. Nur zwei Ausnahmen läßt er gelten. Die eine betrifft einen von Stumpf selbst experimentell festgestellten Tatbestand: »Bei äußerst kurzen [d. h. auf Bruchteile einer Sekunde verkürzten] Tönen allerdings ist es anders: da werden Konsonanzen und Dissonanzen in einer merkwürdigen Weise verwechselt« (Stumpf, 277, Anm.). Die andere ist jedem musikalisch oder akustisch Gebildeten geläufig: oberhalb und unterhalb der »musikalisch brauchbaren Tonregion . . . hört freilich auch der Unterschied von Konsonanz und Dissonanz auf« (S. 274).

Alle übrigen Verschiedenheiten der Tonwahrnehmung sind nach Stumpf für die Konsonanz und Dissonanz gleichgültig. Mag innerhalb des weiten musikalisch überhaupt brauchbaren Tongebietes ein konsonantes oder ein dissonantes Intervall hoch oder tief liegen, mag es mit der äußersten oder mit minimaler Tonstärke erklingen, in schärfster oder mildester Klangfarbe, allein oder gleichzeitig mit andern Tönen oder Akkorden, mag es (oberhalb der für das Intervallurteil von Stumpf festgestellten sehr niedrigen Zeitgrenze) lange oder kurz dauern: alle diese Verschiedenheiten machen für die Konsonanz oder Dissonanz (als Wahrnehmungstatbestand) nichts aus. Das betreffende Intervall bleibt hinsichtlich seiner Konsonanz (im psychologischen Sinne dieses Wortes!) immer dasselbe.

Die hier wiedergegebene allgemeine Ansicht von der Identität des Konsonanzcharakters, bei den verschiedensten Erscheinungsweisen eines jeden Intervalles — ich werde sie im folgenden zuweilen kurz als »Identitätsvorurteil« bezeichnen — ist natürlich in ihren

theoretischen Konsequenzen von der größten Tragweite, wie ich im einzelnen noch ausführen werde. Sie ist ein Vorurteil zunächst einfach deshalb, weil die experimentellen Untersuchungen, auf die sie empirischerweise allein sich stützen könnte, exakte Beobachtungen also über die Unabhängigkeit der Konsonanzwahrnehmungen von den angegebenen Faktoren noch von niemandem mitgeteilt sind. Auf Grund meiner eigenen noch genauer zu besprechenden Erfahrungen bestreite ich auf das entschiedenste diese Ansicht, so viele Anhänger sie zählen mag. Sie wird meines Erachtens von den meisten nur unkritisch nachgesprochen und verbirgt sich hinter der Vieldeutigkeit der Worte; ja für gewöhnlich wird sie ohne Bewußtsein ihres ganzen Inhaltes nur stillschweigend vorausgesetzt.

Stumpf aber, wie wir sehen werden, hat sie mehrfach scharf und ausdrücklich im Hinblick auf theoretische Folgerungen formuliert. Bei einem solchen Forscher ist es immer notwendig und lehrreich, nach den Gründen einer weitreichenden Behauptung zu fragen. Solcher Gründe finde ich in Stumpfs Schriften wesentlich zwei: einmal die tatsächlich ziemlich weitgehende Unabhängigkeit des Intervallurteiles von den angeführten Wahrnehmungsfaktoren; zum andern die Ergebnisse seiner Verschmelzungsversuche.

Was zunächst die Verschmelzungsversuche betrifft, diese ausgedehntesten und systematisch durchgeführten Beobachtungen, auf denen Stumpfs Konsonanztheorie beruht, so war das Wesentliche der Versuche bekanntlich dies, daß an den gebräuchlicheren Zweiklängen der gegenwärtigen Musik Unmusikalische ohne genauere Analyse über die wahrgenommene Tonmehrheit oder -einheit urteilten[1]).

Die Verschmelzungsversuche bestätigten im wesentlichen die den Musikern geläufige Erfahrung, daß (unter sonst gleichen Bedingungen) die konsonanten Zweiklänge sich vor den dissonanten durch größere Einheitlichkeit des Gesamteindruckes auszeichnen, und dies um so mehr, je höher ihr Konsonanzgrad im allgemein geltenden Sinne des

---

[1]) Faist, Meinong und Witasek haben solche Versuche mit einigen Variationen fortgesetzt. Es kann hier dahingestellt bleiben, ob die in manchen Hinsichten sehr wertvollen Ergebnisse aller dieser Untersuchungen geeignet waren, Stumpfs Hauptfrage nach den Empfindungsmerkmalen der Konsonanz zu lösen, was ich (3, 54ff. und 232ff.) bestritten habe.

Wortes ist. Das bestätigen sie allerdings nur so weit, als man jene Einheitsurteile mit Recht auf die Einheitlichkeit der Konsonanz zurückführen darf. Gleichviel. Die in jeder Versuchsserie gewonnenen Urteilszahlen gestatteten, die Reihe der Konsonanzen in drei bis vier Gruppen — abnehmenden »Verschmelzungsgrades« — zu teilen, denen dann die untersuchten Dissonanzen als Intervalle einer niedrigsten »Verschmelzungsstufe« gegenübergestellt wurden; nach der relativen Häufigkeit der jeweils abgegebenen Einheitsurteile. Wurden die Versuche nach der gleichen Methode angestellt, so ordneten sich die untersuchten Intervalle jedesmal, wenigstens annähernd und gruppenweise, in die gleiche Reihenfolge, ergaben sich also dieselben »Verschmelzungsstufen« im definierten Sinne: auch wenn verschiedene Klangfarben oder — eine freilich nicht systematisch und nicht weit verfolgte Variationsrichtung — verschiedene Tonlagen verwendet worden waren. Es ergab sich also (annähernd) eine relative Konstanz der »Verschmelzungsstufen« oder »-grade«. Hierdurch aber, und indem Stumpf sich berechtigt glaubte, die »Verschmelzung« mit der »Konsonanz« zu identifizieren, befestigte sich offenbar bei ihm der Begriff des absoluten Konsonanzgrades im Sinne des musikalischen Sprachgebrauches, — des Konsonanzgrades also, der der Oktave, der Quinte und so jedem andern Intervall (nach Stumpf sogar einschließlich seiner Oktavenerweiterungen) in unveränderlicher Weise zukäme, gleichviel ob es im Basse oder Diskant, ob es auf der Geige oder durch Stimmgabeln erzeugt würde, und welches immer die sonstigen Bedingungen der Wahrnehmung sein möchten.

Tatsächlich wäre, auch wenn man Stumpfs Interpretation der Verschmelzungsversuche als uneingeschränkt richtig annimmt, aus diesen Versuchen nur eine relative Konstanz der Konsonanzgrade zu folgern, entsprechend dem annähernden Erhaltenbleiben jeweils der gleichen Reihenfolge der Intervalle. Weiteres könnte nur aus dem Vergleiche der Urteilszahlen geschlossen werden, die auf ein und dasselbe Intervall bei verschiedenen Tonlagen oder Klangfarben usf. entfielen. Zu entscheidenden Vergleichen dieser Art ist das Material der überhaupt genau vergleichbaren Zahlenwerte nicht groß genug; soweit man dennoch etwa die von Faist mitgeteilten Beobachtungen daraufhin prüft, wird man einen (meßbaren) Einfluß der meisten überhaupt unterschiedenen Wahrnehmungsbedingungen in

der genannten Richtung hoch wahrscheinlich finden. Das gleiche lehrt, wie ich finde, schon die unmittelbare Selbstbeobachtung.

Hinsichtlich der relativen Verschmelzungsgrade, also der Reihenordnungen der Intervalle, haben in der Tat alle späteren Bearbeiter des Problems auf Grund ihrer Beobachtungen einen wesentlichen Einfluß solcher Faktoren behauptet, die Stumpf als irrelevant für die Verschmelzung und daher für die Konsonanz bezeichnet hatte.

Im Gegensatze zu Stumpf wurde ein derartiger Einfluß behauptet: für die Oktavenerweiterungen von Faist, Meinong und Witasek; für die Klangfarbe von Faist, Buch und Krueger; für das Hinzutreten weiterer Töne und Intervalle von Külpe; für die absolute und besonders die relative Stärke der verwendeten Primärtöne von Külpe und Faist. (Buch, Cornelius, Külpe und Krueger schrieben auch der Aufmerksamkeitsrichtung eine bestimmende Wirkung auf die Tonverschmelzung zu[1]).

Alle mir bekannten gründlichen Kritiken der Stumpfschen Verschmelzungslehre bewegten sich auf das Ziel hin: die starre, bloß quantitative (und nahezu substantielle) Bedeutung zu überwinden und qualitativ zu differenzieren, die Stumpf dem Begriffe des Verschmelzungs- und daher auch des Konsonanzgrades gegeben hatte. Die konsonanztheoretische Notwendigkeit, verschiedene Arten der Tonverschmelzung zu unterscheiden, wurde von Meinong und Witasek ausdrücklich formuliert, von Wundt, Külpe und Krueger näher begründet[2]). Soweit Stumpf zu derartigen Einwendungen Stellung genommen hat, kommt er immer wieder auf zwei Argumente zurück, die aber seinen dingartigen Konsonanzbegriff schon voraussetzen; nämlich 1) wenn Oktavenerweiterung, veränderte Intensität u. dgl. die Verschmelzung und daher auch die Konsonanz beeinflussen, warum gelingt es dann nicht, durch bloße Steigerung eines dieser Faktoren, eine Konsonanz in eine Dissonanz umschlagen zu lassen, oder umgekehrt [als ob die Mitwirkung einer Ursache zu einer tatsächlichen Gesamtwirkung bestimmter Art dadurch zu widerlegen

---

[1]) Külpe, Grundriß d. Psychol. (1893) § 45, 46; Zeitschr. f. Psychol. usw. 5, S. 360ff. Faist, Zeitschr. f. Psychol. 15, 102ff. Meinong und Witasek, ebendort 189ff. Cornelius, Vierteljahrsschr. f. wiss. Philos. 16, 404ff., 17, 30ff.; Psychologie 128ff. Buch, Philos. Studien 16, 1ff., 183ff. — Vgl. »1«, 593ff.; »3«, 232ff, 54ff.

[2]) Wundt II, 416ff. — Die übrigen Orte s. in der vorigen Anmerkung.

wäre, daß diese Teilursache niemals (?) mächtig genug ist, den Gesamteffekt in sein Gegenteil zu verkehren]. 2) »Woran erkennt man überhaupt« die verschiedenen Intervalle, »wenn nicht an der Verschmelzung«? Nun erkennt man tatsächlich die Intervalle noch bei weitgehender Änderung (wie weit?) der behaupteten Mitursachen der Verschmelzung. Also, schließt Stumpf, seien diese tatsächlich ohne Einfluß auf die Verschmelzung und daher auch auf die Konsonanz[1]).

Den gleichen Argumenten werden wir unten wieder begegnen. Das zweite läßt deutlich neben dem konsonanztheoretischen Objektivismus eine seiner Wurzeln erkennen: Stumpf unterscheidet hier nicht hinreichend die Konsonanz vom Intervallurteil. Das muß den »Ding an sich«-Charakter seines Konsonanzbegriffes verstärken, — um so mehr, als auch »das« Intervallurteil von Stumpf dinghaft objektiviert wird.

Das Intervallurteil nämlich ist selbst nicht in dem Maße unabhängig von der Tonlage, der Klangfarbe, der Tonstärke und andern Eigenschaften der Wahrnehmung, wie nach der hier bekämpften Meinung die Konsonanz.

Sogar hinsichtlich des zeitlichen Momentes, der Klangdauer, läßt sich das nachweisen; wenn man nur von dem extremen Falle der höchstgesteigerten musikalischen Übung und Fertigkeit absieht, und wir müssen uns vor dem naheliegenden Irrtum hüten, als wäre der musikalisch kompetenteste Beobachter zugleich der in jedem Sinne psychologisch entscheidende.

Aber lassen wir dies vorläufig auf sich beruhen. Entscheidend ist in der gegenwärtigen Frage, daß bei niemandem das Intervallurteil identisch ist mit dem Konsonanzbewußtsein, am wenigsten mit der unmittelbaren Konsonanzwahrnehmung. Der Musiker pflegt freilich, wo es sich um geläufigere Intervalle handelt, die psychologischen Unterschiede nicht zu beachten zwischen dem rein sinnlichen Konsonanzbewußtsein, dem so oder so bedingten mittelbaren Urteil über Konsonanz und dem noch so mannigfaltig vermittelten Intervallurteil; er hat in der Regel keine Veranlassung, das zu tun. Er pflegt daher alle diese verschiedenen Tatbestände mit demselben Namen zu bezeichnen (z. B. »Das war eine Quinte, Quarte« usf.),

[1]) Zeitschr. f. Psych. XV, 289, 294f. (= Beiträge 2).

also mit dem abstrakten Ausdruck eines Intervallverhältnisses. Aber darum bleiben jene Tatbestände, die jeweiligen Erlebnisse selbst, psychologisch verschieden, wenngleich der gemeinsame Name auf gewisse auch psychologische Zusammenhänge hinweist. Der wesentliche Unterschied besteht unter anderem darin, daß die meisten Formen des mittelbaren Konsonanzurteils und noch mehr das reine Intervallurteil eben von zahlreichen Merkmalen oder Eigenschaften unabhängig geworden sind und daher abstrahieren, die der unmittelbaren Konsonanzwahrnehmung eigentümlich sind; daß andererseits, wie Stumpf zuweilen selbst hervorhebt, das Intervallurteil auf zahlreichen andern Faktoren, auf mittelbaren Kriterien beruht, die mit dem Konsonanzbewußtsein direkt gar nichts zu tun haben. — Jene keineswegs identischen Tatbestände psychologisch auseinanderzuhalten, scheint mir gerade für die Konsonanzfrage so wichtig, daß ich in allen meinen dahin gehörigen Arbeiten diese methodologische Notwendigkeit von verschiedenen Seiten her (wenn auch gewiß nicht vollständig) begründet und zergliedert habe (am ausführlichsten 3, 243 ff. in den die eigentliche Konsonanztheorie einleitenden Abschnitten: »Unmittelbares Bewußtsein der Konsonanz und Konsonanzurteil«. »Intervallurteil und Konsonanz; Tonfolge und Zusammenklang«). Wir müssen darauf zurückkommen.

Wenn man bedenkt, daß Stumpf gelegentlich das Intervallurteil sehr bestimmt von der unmittelbaren Wahrnehmung einer konsonanten oder dissonanten Tonmehrheit unterscheidet, so liegt die oben ausgesprochene Vermutung außerordentlich nahe, daß er in den Fragen der Konsonanz dem Sprachgebrauche und der objektivistischen Begriffswelt der Musiker einen — psychologisch unzulässigen — Tribut zahlt. Stumpf erwidert vielleicht, was er in ähnlichem Zusammenhange betont hat: »Die musikalischen Tatsachen sind auch Bewußtseinstatsachen«. Das ist unzweifelhaft richtig, und daraus folgt sicherlich, daß die Untersuchung aller dieser »Tatsachen« zu den Aufgaben der Psychologie gehört. Aber ebenso gewiß ist, daß musikalische Begriffe nicht unanalysiert in die psychologische Beschreibung der primär gegebenen akustischen Wahrnehmungen einfließen dürfen, wie diese vor aller musikalischen Bildung für jeden normal Hörenden bestehen.

In seiner neuesten tonpsychologischen Abhandlung glaubt Stumpf bei einigen »Intervallen« meine Auffassung von der Konsonanz in unlösbarem

Widerspruch mit der gegenwärtigen »Harmonielehre« zu finden. Er spricht ironisch von einer in Zukunft etwa auf jenem theoretischen Grunde zu erbauenden neuen Harmonielehre, und fährt fort (S. 275): »Aber wir haben es vorläufig mit der durch die vergangenen Jahrhunderte ausgebildeten Akkordlehre zu tun, und, was die konsonanten und dissonanten Intervalle selbst betrifft, auch mit Feststellungen von Jahrtausenden. Diese gilt es unter ein psychologisch durchsichtiges Prinzip zu bringen. Das Prinzip ist denn auch durchsichtig: aber sie fallen nicht darunter.« — Zunächst waren, wie niemand besser weiß als Stumpf, die Lehren der Jahrtausende gerade hinsichtlich der Grenzen zwischen »Konsonanz« und »Dissonanz«, die hier in Frage stehen, höchst wechselreich, auch unbestimmt und widersprechend. Auch gegenwärtig zeigen die Musiksysteme der verschiedenen Rassen in dieser Hinsicht weitgehende Unterschiede[1]). Im allgemeinen ist bekanntlich der Kreis der »Konsonanzen« auf Kosten der Dissonanzen allmählich stark erweitert worden. Es wird, im vierten Abschnitte der vorliegenden Arbeit, zu prüfen sein, ob wirklich zwischen musikalischen Tatsachen und meinen Ergebnissen unauflösliche Widersprüche bestehen. Aber von prinzipieller Bedeutung ist vor allem der hier wieder hervortretende und bis in die Fragestellung hinein sich erstreckende methodologische Gegensatz. Ich habe gar nicht unternommen, es vielmehr ausdrücklich abgelehnt, irgendwelche Festsetzungen einer Akkord- oder Harmonielehre durch meine Untersuchungen restlos psychologisch erklären zu wollen. Solche Versuche würde ich noch für verfrüht halten. In einem einzigen Prinzip werden selbst die Hauptbestimmungen unserer gegenwärtig herrschenden Harmonielehre, bei den heterogenen Entstehungsbedingungen der diatonischen Tonleiter, sich schwerlich jemals formulieren lassen. Nicht einmal den Komplex von Empfindungen, Gefühlen, Erinnerungen und Urteilen habe ich beansprucht vollständig analysieren zu können, den ein bestimmter, wirklich wahrgenommener Akkord in dem musikalisch und musiktheoretisch aufs höchste vorgebildeten Bewußtsein eines Stumpf und ähnlicher Beobachter erzeugen mag. Was ich dagegen nach wie vor behaupte, ist dies: meine analytischen und vergleichenden Beobachtungen an zahlreichen konkreten Zweiklängen und die darauf unmittelbar beruhende theoretische Untersuchung hätten das »elementar Unterscheidende« der Konsonanz- und der Dissonanzwahrnehmungen aufgedeckt, also die primären psychologischen Faktoren, die »Empfindungsmerkmale« (Stumpf) der Konsonanz.

Während Stumpf ebendiese Fragestellung (nach den Empfindungsmerkmalen der Konsonanzwahrnehmung) oft selbst als diejenige bezeichnet hat, von der die psychologische Untersuchung der Konsonanz auszugehen habe, — scheint für Lipps das gleiche Problem überhaupt kaum zu bestehen. Er sucht ein (a priori als völlig einheitlich

[1]) Man vergleiche das unsrige etwa mit dem uralten und reich entwickelten der Inder. Abraham und v. Hornbostel, Sammelbände der Intern. Musik-Gesellsch. V, 348.

angenommenes) Erklärungsprinzip oder einen solchen »Grund« »der« Konsonanz und zugleich »der« Dissonanz. Und dasselbe eine Erklärungsprinzip müsse zugleich auch alle die psychischen Zusammenhänge umfassen, denen gegenüber wir etwa sonst noch von Konsonanz oder von Harmonie sprechen, wie den harmonischen oder unharmonischen Eindruck eines Ornamentes, eines Bauwerks und dergleichen.

Ein solches vielumfassendes Erklärungsprinzip braucht nach Lipps gar nicht mehr gesucht zu werden, sondern seit Jahrzehnten schon glaubt er es zu besitzen in dem »Gesetz« der Übereinstimmung unbewußter seelischer Erregungen. Dieses sogenannte Gesetz hat seinen geschichtlichen Ursprung in Herbartschen Konstruktionen von der gegenseitigen Förderung und Hemmung der »Vorstellungen«; für die Probleme der Harmonie und Melodie verband es sich, ausgesprochenermaßen, mit den Zahlenspekulationen von Euler (Descartes, Leibniz) über die Schwingungsrhythmen der »Töne« und befestigte sich bei Lipps durch ein geistreiches Aperçu, betreffend die wesentliche psychologische Verwandtschaft der auf solche »Rhythmen« zurückgeführten Tonerlebnisse mit dem wirklich im Bewußtsein vorfindbaren akustischen oder Bewegungsrhythmus. Das ist der Kern der sogenannten Gesetze, aus denen Lipps die ganze Welt der musikalischen Erscheinungen und noch manches andere deduktiv ableitet. Solcher dogmatische Rationalismus würde natürlich keinen Schritt vorwärts kommen, machte er nicht einen ausgiebigen und unkritischen Gebrauch von dem Hauptwerkzeug des spekulativen Denkens, von der Analogie. Eine die Grenzen der Erfahrung weit überschreitende Analogie ist schon die grundlegende Konstruktion der unbewußten seelischen Erregungen, die den physikalischen Tonschwingungen entsprechen sollen. Transempirisch und zugleich in sich widerspruchsvoll ist weiterhin die Analogie des wirklichen Rhythmus[1]). Die fast einstimmige Ablehnung der selbständigen Psychologen hatte nur die Folge, daß Lipps in den letzten Jahren die erste jener beiden

[1]) Beides habe ich 3, 214ff., in Übereinstimmung mit andern Kritikern, ausführlich dargetan. — Neuerdings hat einer der tüchtigsten jüngeren Akustiker, Max Meyer, entschiedenen Widerspruch erhoben gegen die gesamte tonpsychologische Methodik Lipps' und seiner Schüler, die er zur mittelalterlichen Dialektik in Parallele setzt: »Unscientific Methods in musical esthetics« in The Journal of Psychology and Scientific Methods Bd. I. (1904), 707ff.

Analogien, die ursprünglich zugrunde liegende psychophysikalische, etwas vorsichtiger, teilweise als sehr unbestimmte physiologische Hypothese formulierte, und daß er auch die spezielle und originalere Theorie der »Mikrorhythmen« ins Unbestimmtere zurücktreten ließ. Dagegen zieht er neuerdings, gleich an der Schwelle seiner Konsonanzlehre, andere psychologische Analogien in großer Zahl heran, namentlich solche aus dem optischen und räumlichen Gebiete, womit zwar einige interessante Probleme der Ästhetik und der Gefühlspsychologie angedeutet sind, die psychologische Erkenntnis aber deshalb eher gehemmt als gefördert wird, weil die herangezogenen, durchgängig höchst komplexen Erscheinungen jener raumästhetischen oder farbigen »Harmonie« ebensowenig empirisch analysiert werden, wie die dadurch »erklärten« Tonwahrnehmungen. Einer unbefangenen Beobachtung und zergliedernden Vergleichung der Tatsachen steht hier das dogmatische Vorurteil im Wege, als wäre der einheitliche »Grund«, das »Zugrundeliegende« aller der analogisierten Erscheinungen ein für allemal entdeckt und, in substantieller Geschlossenheit, zu deduktivem Gebrauche verfügbar.

In Sachen seiner Konsonanztheorie könne an Lipps »vernünftigerweise« nur noch »eine einzige Frage« gestellt werden; aber diese Frage »muß bejaht werden«[1]).

Und die ganze Theorie ist nicht nur »eine mögliche«, sondern »die nach psychologischen Gesesetzen einzig und allein mögliche Erklärung der Konsonanz und Dissonanz« (S. 121). Schade nur, daß beinahe niemand jene »psychologischen Gesetze« als gültig, oder auch nur als verifizierbare Hypothesen anzuerkennen vermag; sonst wäre ja mit ihrer Entdeckung die Arbeit der empirischen Psychologie erheblich vereinfacht und abgekürzt.

Die Geringschätzung dieser mühevollen Arbeiten, die aus den angeführten Sätzen spricht, mildert sich in Lipps' neuester Darstellung der Konsonanzfrage nur da ein weniges, wo er Wundt und

---

[1]) Lipps 128. Es handelt sich um die für Lipps freilich fundamentale Frage, ob die unbewußten Tonempfindungsvorgänge seiner Theorie existieren und ob sie in der geforderten funktionellen Abhängigkeit stehen, gleichermaßen zu den Tonschwingungszahlen wie zu den Konsonanzwahrnehmungen. Die Frage »muß bejaht werden .... aus den schon angegebenen Gründen«. — Die Gründe, die ich bei Lipps finde, laufen alle darauf hinaus, daß er die Konsonanz nicht anders glaubt erklären zu können.

Stumpf gegenübertritt. Dieser Annäherungs- und Ausgleichungsversuch schrumpft aber für die genauere Betrachtung zu einem wesentlich nur wortmäßigen, daher unfruchtbaren Kompromiß zusammen, indem die sehr verschiedenartigen Theorien der beiden andern Forscher in den Schematismus der alten Lippsschen Begriffe dialektisch hineingezwängt werden. Wundt führt bekanntlich das Bewußtsein der Konsonanz auf das Zusammenwirken verschiedener, induktiv aus der Erfahrung gewonnener und in der bewußten Wahrnehmung vorfindbarer Faktoren zurück. Wundt gegenüber macht nun Lipps das überraschende Zugeständnis: »alle die von ihm angegebenen Faktoren« möchten »im einzelnen Falle zum Konsonanzbewußtsein beitragen [!] und dasselbe näher bestimmen«.

Unter den Faktoren der Wundtschen Konsonanztheorie steht jetzt an erster Stelle ein von mir empirisch nachgewiesener: die relative Anzahl der Differenztöne bei den verschiedenen Konsonanzen und die dadurch mitbedingte relative Einheitlichkeit des Gesamteindrucks. — Trotz der unbestimmten Fassung des oben wiedergegebenen Zugeständnisses muß ich darin einen seltsamen Widerspruch erblicken zu der absoluten und radikalen Ablehnung aller meiner konsonanztheoretischen Untersuchungen, die Lipps wenige Seiten vorher verkündet hat. Der objektiven Erkenntnis, die wir alle suchen, wird durch die deutliche Hervorhebung aller sachlichen Gegensätze besser gedient, als durch vorzeitige und einseitige Ausgleiche. Daher erinnere ich daran, daß Wundt den Grundgedanken der Lippsschen Theorie, nämlich die unbewußten Tonrhythmen, ebenso verwirft, wie Stumpf und ich, und daß die Konsonanztheorie Wundts von der Lippsschen ebensoweit, grundsätzlich, abweicht wie die meinige.

Aber Lipps fährt fort: »Das Konsonanzbewußtsein selbst, d. h. jenes Gemeinsame alles Konsonanzbewußtseins, kann Wundt damit nicht verständlich machen wollen, sondern der eigentliche Grund ‚der' Konsonanz ist bei der Wirkung aller dieser Faktoren von ihm vorausgesetzt«. Hier kommt denn freilich, zum ersten Male bei Lipps, ein »methodologischer Gegensatz« zu bewußtem Ausdruck, der aber auf seine Weise keineswegs, wie er meint, »leicht zu lösen« ist. Es ist genau der Gegensatz, mit dem wir es in allem Vorangegangenen zu tun hatten: auf der einen Seite die voraussetzungslose, rein erfahrungsmäßige Untersuchung psychologischer Erscheinungen; auf der andern die objektivistische und dinghaft hypostasierende Betrachtungsweise, die meines Erachtens auf einem unkritischen

Begriffsgebrauche und daher im Grunde auf erkenntnistheoretischer Unklarheit beruht.

Wundt hatte, ganz besonders im Hinblick auf die Lippssche Theorie, betont, »daß Konsonanz nicht in jedem Falle dieselbe Sache sei«. Es sei vielmehr von »vornherein wahrscheinlich, daß mancherlei Momente bei der Konsonanz beteiligt seien. Und diese Momente nun sucht Wundt zu bestimmen« (Lipps 180). Damit, meint Lipps, könne Wundt nur sagen wollen, »daß uns angesichts der Zusammenklänge und der Folgen von Tönen, die wir als konsonant bezeichnen, nicht immer gleich zumute ist«; und Wundt frage offenbar nur, wie dieses verschiedenartige Zumutesein jeweils »bedingt oder beeinflußt« ist[1]). »Aber«, heißt es jetzt bei Lipps, »meine Fragestellung ist von vornherein eine andere. Es gibt etwas, was den mancherlei Fällen des Bewußtseinserlebnisses, das wir konsonanten Tönen gegenüber haben und als Erlebnis der Konsonanz bezeichnen, gemeinsam ist. Es gibt mit einem Worte ‚die' Konsonanz in allen möglichen Fällen der Konsonanz, d. h. es gibt das Eigenartige, um dessen willen wir die verschiedenen Arten der Konsonanz mit diesem einzigen Namen bezeichnen. Und um dieses Gemeinsame nun, um das Wesen ‚der' Konsonanz überhaupt oder ganz allgemein, also abgesehen von den mancherlei Möglichkeiten der Modifikation, welche die Konsonanz oder das Konsonanzbewußtsein im einzelnen Falle erleiden mag, handelt es sich mir einzig und allein.«

Es ist ein theoretischer Fortschritt, und hiermit ist vielleicht wirklich der Anfang einer gegenseitigen Annäherung gemacht, daß Lipps jetzt einsieht: schon seine Fragestellung ist von vornherein eine andere als die der meisten andern Psychologen. Aber darf eine empirische

---

[1]) Meiner ersten zusammenhängenden Darstellung des Konsonanzproblems habe ich zwei Kapitel über die »Fragestellung« vorangesetzt. Das zweite, ausführlichere beginnt mit den Worten: »Die Tatsachen der Konsonanz und Dissonanz sind so mannigfaltig, daß es von vornherein aussichtslos erscheint, sie einer allumfassenden Formel unterzuordnen«. Vorher hatte ich mehrfach Lipps' grundsätzlich abweichende Anschauungen auf seine »objektivistische« Betrachtungsweise im hier entwickelten Sinne zurückgeführt. Ich versuchte nun die psychologische Konsonanzfrage in ihre notwendig zu sondernden Teile zu gliedern und bemerkte, im Anfange dieses Unternehmens: »Die unbestimmten Wendungen des ‚Angemutetwerdens' oder ‚Zumuteseins', die bei Lipps und den Anhängern seiner Theorie eine große Rolle spielen, sind geeignet, die Grenzen innerhalb der Fragestellung zu verwischen« (3, 239).

Wissenschaft angesichts eines so konkreten Problems wie das Konsonanzproblem zwischen zwei entgegengesetzten Fragestellungen beliebig wählen? Man übertrage denselben methodologischen Gegensatz auf irgendein physikalisches oder chemisches oder physiologisches Problem. Und die Geschichte dieser Wissenschaften hat zahllose Beispiele dafür, wie er immer wieder entschieden worden ist und entschieden werden mußte (»die« Schwere, die Wärme, der Atem, das Fieber usf.); wie die überhaupt lösbaren Probleme allmählich alle auf den Standpunkt der reinen Erfahrung erhoben worden sind, — vom ganz allgemeinen, ähnlichen Zumutesein herauf bis zur exakten quantitativen Analyse der Erscheinungen und der daraus langsam gewonnenen Einsicht in das vielfältige Geflecht der elementaren Zusammenhänge. Welche gesetzmäßigen Zusammenhänge meistens von sehr überraschender und allem populären Sprachgebrauche widersprechender Art waren. So ist die Lippssche Fragestellung in Sachen der Konsonanz nicht eine mögliche neben andern, oder gar jeder andern übergeordnet; sondern eine vorkritische, schiefe und irreführende. Es heißt, ein dogmatisches Identitätsvorurteil und die dinghaft hypostasierende Betrachtungsweise schon in die Fragestellung hineintragen, wenn Lipps, fortfahrend, erklärt: Jenes »Gemeinsame« müsse »einen [!] gemeinsamen Grund haben, es muß eine[!] Tatsache aufgezeigt werden können, unter deren Voraussetzung allemal ein wie auch immer modifiziertes Bewußtsein der Konsonanz sich einstellt«.

Solche methodologische und erkenntnistheoretische Befangenheit, obwohl Annäherungen daran sich auch sonst bei Lipps finden, wird bei einem so scharfsinnigen Gelehrten erst erklärlich, wenn man bedenkt, daß Lipps seit vielen Jahren, fast unbekümmert um alle Fortschritte der Tonlehre, seine Theorie der rhythmischen Einstimmigkeit immer wiederholt und von seinen Schülern wiederholen läßt[1]); daß er daher die Konsonanzfrage gar nicht mehr stellt, ohne sie sogleich im Sinne seiner feststehenden Überzeugung zu beantworten und alle Tatsachen und Erklärungsversuche als unwesentlich beiseite zu setzen, die mit dieser seiner Überzeugung nichts zu tun haben[2]).

[1]) Meyer a. a. O., 714: The idea seems to be: only reiterate your statements as frequently as possible; the scientific public will then gradually get accostumed to them and overlook their speculative origin.

[2]) Es kann sich hier nicht um eine erschöpfende Darstellung und Kritik der Konsonanzlehre von Lipps handeln; das Nähere ist in seinen beiden (oben S. 317)

Sicherlich gibt es gewisse psychologische »Übereinstimmungen« zwischen den verschiedenen Wahrnehmungen des gleichen Intervalls, zwischen den verschiedenartigen Konsonanzen und schließlich auch wohl Zusammenhänge zwischen »harmonischen« Gefühlseindrücken der verschiedensten Herkunft. Aber der methodologische Grundsatz aller Erfahrungswissenschaft, daß das Gemeinsame, das Allgemeine nur durch genaue und geregelte Beobachtung des Einzelnen und durch dessen vorurteilslose Vergleichung induktiv gewonnen werden kann, dieser seit Bacon anerkannte Grundsatz der Forschung darf doch seine Geltung nicht verlieren, wo es sich um offenbar so verschiedenartige und so vielfältig bedingte »Übereinstimmungen« handelt wie hier. Wer an solche erfahrungswissenschaftlichen Fragen von vornherein mit dem Vorurteil herantritt, sie müßten sich auf einen gemeinsamen Grund oder gar auf eine zugrunde liegende und aufzeigbare Tatsache zurückführen lassen, der wird notwendig in unbestimmten Allgemeinheiten oder in unverifizierbaren Spekulationen stecken bleiben, mag er auch nachträglich die scharfsinnigsten »Modifikationen« jenes einheitlichen Grundes, jener Urtatsache ersinnen, um die dogmatisch

---

genannten Werken zu finden. In 3, S. 214ff. bin ich auf die Einzelheiten dieser Konsonanztheorie kritisch eingegangen. Im gegenwärtigen Zusammenhange waren nur diejenigen grundsätzlichen Anschauungen möglichst deutlich zu bezeichnen, die bei Lipps der notwendigen Weiterbildung der Konsonanztheorie meines Erachtens im Wege stehen. Bei der systematischen Geschlossenheit, die einen Hauptreiz seiner ganzen Psychologie bildet, müßte eine vollständige Auseinandersetzung mit Lipps noch weiter ausholen, als das oben geschehen ist. Sie müßte die erkenntnistheoretischen Grundlagen dieser Psychologie gründlich revidieren. Sie müßte im besonderen noch zweierlei hervorheben: 1. den an zahlreichen Punkten entschieden hervortretenden Zug zu einem metaphysischen Spiritualismus; hierdurch werden im einzelnen die rein empfindungsmäßigen Elemente und noch mehr die physiologischen Bedingungen des seelischen Geschehens überall in den Hintergrund gedrängt, — und wird allgemein die (scheinbar) monistische Verabsolutierung gewisser Ideen begünstigt. 2. Die Tatsache, daß Lipps' psychologisches Denken auf weite Strecken ästhetisch bestimmt und gerichtet ist. Diese Eigentümlichkeit der Lippsschen Psychologie hat die Gefühlslehre und die psychologische Ästhetik um wertvolle Anregungen, Fragestellungen, Hypothesen bereichert. Aber mit der ästhetisierenden Einseitigkeit dieser Psychologie wird es zusammenhängen, daß in ihr die rein logische Form (der Antithese, der bloßen Subsumption, der Schlußfolgerung aus allgemeinsten Obersätzen) einen für die Aufgaben einer jungen Erfahrungswissenschaft gefährlich großen Raum einnimmt; daß ferner die psychologische Analyse nur selten bis zu den elementaren Zusammenhängen durchgeführt ist, sondern bei hoch zusammengesetzten Tatbeständen, ja Begriffen stehen zu bleiben pflegt.

festgehaltene Theorie mit diesen oder jenen Tatsachen in Einklang zu bringen.

Wo ist überhaupt auf dem Boden der reinen Erfahrung (das gilt auch gegen einige, namentlich polemische Wendungen der Stumpfschen Verschmelzungslehre), wo ist die Grenze zwischen dem Wesentlichen, dem »Zugrundeliegenden« eines Systems funktioneller Zusammenhänge — und dessen Modifikationen, Beeinflussungen, näheren Bestimmungen? Diese Grenze wird überall aus Gründen wissenschaftlicher Ökonomie bald so, bald anders gezogen, wie es der Fortgang der tatsächlichen Beobachtungen und ihrer vergleichenden Zusammenfassung, oft auch nur die Zweckmäßigkeit der Darstellungsweise erfordert; und sie darf niemals in substantieller Starrheit festgelegt werden. Nach welchen »Gesetzen« ist es denn denknotwendig, daß zwei »gleiche«, d. h. ähnliche komplexe Erscheinungen jederzeit aus einem gemeinsamen Grunde oder gar aus einer Tatsache begriffen werden müssen? Man kann für zahlreiche relativ noch sehr einfache Übereinstimmungen der Tonwahrnehmung, z. B. für den gleichen Verschmelzungsgrad, den gleichen Gesamteindruck unangenehmer Dissonanz, experimentell nachweisen, daß sie jeweils zu ganzen Gruppen verschiedenartiger Tatsachen, von sehr wechselnder Zusammenordnung, in gesetzmäßig funktioneller Abhängigkeit stehen. Es ist notwendig, solche rein empirisch vorgefundenen Abhängigkeiten, nach vielfacher Kontrolle und vorurteilsloser Vergleichung, zu allgemeineren Begriffen zusammenzufassen; darin eben besteht die wissenschaftliche Theorienbildung. Es ist relativ gleichgültig und hängt zum Teil von dem wechselnden Standpunkte der Betrachtung ab, welche Namen man den so gewonnenen und definierten Begriffen geben will (in dem angeführten Falle etwa: relative Einheitlichkeit, Verschmelzung, innere Übereinstimmung, qualitative Einfachheit der Kombinationserscheinungen, — wobei freilich jedesmal der Begriff selbst, wenigstens in seinen Akzenten, mehr oder weniger verändert wird); man muß nur immer genau wissen, welche tatsächlichen Erlebnisse und Zusammenhänge man mit seinem Begriffe bezeichnen will. Es ist aber unerlaubt und durchaus irreführend, diese Begriffe dinghaft zu verselbständigen und in dogmatischer Starrheit jenseits der Erscheinungen zu hypostasieren, wie das besonders weitgehend Lipps, noch vor aller zureichenden erfahrungsmäßigen Begründung, mit den Begriffen seiner Konsonanzlehre tut

2. Assimilation und resultative Angleichung.

Solcher Begriffsrealismus entsteht freilich immer wieder, auf allen Gebieten der Wissenschaft, aus wohlbekannten Eigentümlichkeiten des natürlichen Denkens. Es wird aber dadurch nur ein undeutlich verdoppelndes Schema über die Tatsachen und ihre wissenschaftlich allein in Frage stehenden funktionellen Zusammenhänge hingebreitet, das mit seiner festgewordenen Struktur die konkrete Wirklichkeit einschließlich ihrer Regelmäßigkeiten mehr und mehr verdecken muß. Darum bedeutet der geschilderte methodologische Fehler eine ernste Gefahr für die wissenschaftliche Erkenntnis.

Diesen Fehler begehen heißt jedesmal, ein Vorurteil an die Stelle der Erfahrung, der rein tatsächlichen Beobachtung und ihrer Ergebnisse setzen. Mancher glaubt vielleicht, dergleichen könne gegenwärtig der wissenschaftlichen Forschung nur noch ganz ausnahmsweise begegnen. Und doch läßt es sich — eine Hauptaufgabe der wissenschaftlichen Kritik — in den Untersuchungen höchst erfahrener Forscher nicht selten nachweisen. Die Hypostasierung und dinghafte Objektivierung der Begriffe, durch die wissenschaftliche Phantasie, hängt psychologisch nahe zusammen mit einem besser bekannten wissenschaftlichen Verhalten: der vorgreifenden Verallgemeinerung. Diese aber ist nicht nur innerhalb gewisser Grenzen dauernd unvermeidlich, weil es keine vollständige Induktion geben kann, sondern auch nützlich und notwendig in der Form der Hypothese und der probeweisen Deduktion. Das sozusagen physiologische Hinauswachsen des wissenschaftlichen Gedankens über das kritische Maß des reinen Empirismus findet aber seine pathologische Grenze in der besprochenen Verdinglichung, mit ihrer schwer korrigierbaren substantiellen Erstarrung.

Auch diese Verdinglichung der Denkerzeugnisse ist ja nicht in jedem Sinne ein Übel — sie ist es nur für den Standpunkt der wissenschaftlichen Methodologie; in der Kunst erscheint sie als eine der obersten gestaltenden Kräfte — und sie muß natürlich, gerade für die Zwecke der Methodologie, aus den allgemeinen Eigenschaften des menschlichen Denkens psychologisch begriffen werden. Dann aber stellt sie sich nicht als Entartungserscheinung, sondern zunächst als eine natürliche Entwicklungsstufe und Vorform des

wissenschaftlichen Denkens dar. Alle wissenschaftliche Begriffsbildung[1]) sucht im Wechsel der Erscheinungen Zusammenhänge von relativ konstanter und allgemeiner Gültigkeit zu ergreifen. Das populäre, das außerwissenschaftliche Denken bewegt sich von Hause aus in der gleichen Richtung. Aber es bleibt nicht stehen bei relativ konstanten, funktionellen Zusammenhängen, bei Begriffen von relativ allgemeiner Geltung. Die Wissenschaft sucht die menschliche Erkenntnis auszudehnen und zu befestigen durch analytische Vertiefung und durch systematische Verknüpfung, indem sie die elementaren, nicht weiter zurückführbaren Zusammenhänge des Geschehens aufdeckt und möglichst allseitig miteinander verbindet. Das populäre Denken und Wissen dagegen ist nicht imstande, zu jenen elementaren Funktionsbegriffen vorzudringen; es hat kein Interesse an jener allseitig systematischen Verknüpfung, die es gar nicht, festhaltend, zu umspannen vermag; und es begnügt sich doch nicht mit eng umgrenzten Begriffsgestaltungen von abgestufter Relativität. Seine Begriffe werden daher ganz überwiegend als von absoluter, oder doch unbegrenzter Konstanz und Allgemeinheit gedacht. Jedes konkrete, sichtbare und greifbare »Ding« ist dafür ein Beispiel, mit seinen »Eigenschaften«, die ihm, über alle gegenwärtige und frühere Wahrnehmung hinaus, konstant zukommen. Jeder populäre Begriff besitzt von Hause aus insofern »Ding an sich« = Charakter, als die zahlreichen funktionellen Abhängigkeiten und Bedingtheiten seiner wissenschaftlich etwa haltbaren Existentialbedeutung entweder unbekannt sind oder unbeachtet bleiben; diese werden nur aus besonderen Anlässen (häufigeren oder besonders eindringlichen Erlebens) teilweise erkannt und dann, zeitweilig und teilweise, mehr oder weniger deutlich mitgedacht.

Aus der so gearteten Natur des unwissenschaftlichen oder vorwissenschaftlichen Denkens entspringt nun für die Wissenschaft immer von neuem die Gefahr der falschen Verdinglichung: indem die von Hause aus dinghaft hypostasierten populären Begriffe in das wissenschaftliche Denken unkritisch aufgenommen werden, ja unbemerkt einfließen. An Umfang der beanspruchten Geltung und auch in manchen andern Hinsichten (ihres psychologischen Gewichtes) pflegen

[1]) Von den geschichtlichen Wissenschaften sei hier wiederum abgesehen.

diese Begriffe, jeder einzelne, weit zurückzustehen hinter den bisher erörterten wissenschaftlichen oder pseudowissenschaftlichen Abstraktionen. Aber ihre besondere Gefahr besteht in ihrer unübersehbaren Mannigfaltigkeit, ihrer scheinbaren Selbstverständlichkeit und Harmlosigkeit. Beispiele liegen jedem wissenschaftlich Gebildeten nahe, namentlich aus den Kindheitszeiten einer Wissenschaft, wo ja das natürliche Denken ohne scharfe Grenze in das wissenschaftlich geregelte übergeht. Ein großer Teil der oben besprochenen psychologischen Fälle gehört im Grunde schon hierher; namentlich der unkritische Gebrauch musikalischer Begriffe, von denen bekanntlich die meisten auch mehr oder weniger populäre Begriffe sind. Alle bisher betrachteten Formen der falschen, dinghaften Objektivierung sind nur psychologisch nahe verwandte Spezialfälle eines logischen Verhaltens, das eben aus der gegenständlichen, isolierenden und verabsolutierenden Natur des ursprünglichen unmethodischen Denkens stammt. Dieses »natürliche«, das vor- und außerwissenschaftliche Denken reicht aber, mit seinen naiven Erzeugnissen, in die verschiedenen Wissenschaften eines Zeitalters verschieden weit hinein. Am weitesten wohl gegenwärtig, aus mehr als einem Grunde, noch in diejenige junge Wissenschaft, die berufen ist, alle die hier in Frage stehenden erkenntnispsychologischen Zusammenhänge selbst aufzuhellen, in die Psychologie.

Abgesehen zunächst von dem Forscher selbst, der eine psychoiogische Untersuchung durchführt, und dessen Denken sich ja nicht in der methodischen Erzeugung wissenschaftlicher Begriffe erschöpft: die Versuchspersonen, im weitesten Sinne des Wortes, auf deren Aussagen wir in so hohem Maße angewiesen sind, bringen jede eine große Fülle von Vorurteilen und festen Denkrichtungen, von gewohnheitsmäßig und begrifflich fixierten Assoziationen, von gegenständlichen Vorstellungen und Benennungen mit. Die Sprache des Lebens ist in ihrer Entwickelung so wenig wie das populäre Denken, das sie ausdrückt, von streng wissenschaftlichen Motiven beherrscht; wie dieses bleibt sie überall auf das Anschauliche und Raumanalogische, auf das gegenständlich Objektive, ja auf das Unbedingte gerichtet (weshalb die exaktesten Wissenschaften eine eigene Kunstsprache der Symbole, Formeln und technischen Bezeichnungen haben ausbilden müssen). Jener Umgangssprache aber bedienen wir uns noch immer ganz

überwiegend zur Mitteilung unserer Beobachtungen und ebenso zur Darstellung unserer Theorien. Für die Bedürfnisse des praktischen Lebens ist es im allgemeinen ausreichend, sehr verschiedene Erlebnisse eines gewissen Zusammenhanges mit einem und demselben Worte zu bezeichnen, z. B. die unmittelbare Wahrnehmung und die Erinnerungs- oder Phantasievorstellung eines »Gegenstandes« oder »Objektes«. Das Verbindende ist in allen solchen Fällen ein zusammenfassender und objektivierter Begriff, der aber aus seinen assoziativen und namentlich assimilativen Verbindungen mit dem einzelnen Erlebnis nicht gelöst zu werden pflegt. Auch für viele naturwissenschaftliche Zwecke bleibt das unbedenklich, sofern eben die Naturwissenschaft, wie früher erwähnt, ein Erlebnis (etwa die Wahrnehmung eines Farbenumschlags im Reagenzglase) nicht als solches, nicht in seinem seelischen Zusammenhange, sondern als Zeichen oder Erscheinungsweise eines objektiv gedachten Vorganges betrachtet.

Aus psychologisch wohlbegreiflichen Gründen geschieht es, daß die Aufgaben der Psychologie häufiger als diejenigen anderer Wissenschaften in Konflikt geraten mit den zahllosen Gestaltungen des vor- und halbwissenschaftlichen Denkens. Da gibt es, um nur wenige Beispiele zu nennen: »grünfarbige« Objekte, die grün »sind«, ob sie auch bei verschiedener Belichtung sehr verschiedenfarbig und jenseits einer gewissen Helligkeitsgrenze grau bis schwarz gesehen werden; »kreisförmige« Flächen, die als solche erkannt und benannt werden, auch wenn sie für die gegenwärtige Wahrnehmung zu langgestreckten Ellipsen geworden sind. Da gibt es einen vielerlei umfassenden und unbestimmt begrenzten, aber darum nicht weniger substantiellen Gefühlsbegriff. Da hören wir von schlechthin angenehmen und unangenehmen Geschmäcken, Gerüchen, Tonverbindungen, von ein für allemal wohlgefälligen oder »zueinander passenden« Raumformen, von absolut guten oder schlechten Handlungen usf. Alle solche Baconischen idola fori und tribus, die natürlich selbst zu den Untersuchungsgegenständen der Psychologie gehören, bleiben für das kritische Geschlecht der modernen Psychologen verhältnismäßig harmlos, sofern sie nur die theoretische Verarbeitung exakt gewonnener Erfahrungen bedrohen. Am gefährlichsten werden sie der psychologischen Theorie dadurch, daß sie unbemerkt in die Beobachtung selbst einzudringen und diese tatsächlich umzugestalten pflegen. Das

geschieht auf dem lange noch nicht genau genug untersuchten Wege der Assimilation und resultativen Angleichung.

Die Assimilation.

Unter Assimilation verstehen die meisten Psychologen bekanntlich: jede Beeinflussung eines gegenwärtigen Erlebnisses durch die nicht unterschiedenen (d. h. nicht gesondert oder für sich wahrgenommenen) Nachwirkungen früherer Erlebnisse. Nach Wundt findet Assimilation dann statt, »wenn durch ein neu in das Bewußtsein eintretendes Gebilde frühere Elemente erneuert werden, so daß diese sich mit jenem zu einem einzigen simultanen Ganzen verbinden«[1]). Wir haben es hier mit einer Hauptform des psychischen Geschehens zu tun. Jeder Moment des normalen seelischen Geschehens, jedes konkrete Erlebnis des entwickelten Bewußtseins ist, im angegebenen Sinne, assimilativ bestimmt. Die wachsende Einsicht in diesen Tatbestand gehört, wie ich glaube, zu den unbestreitbaren theoretischen Fortschritten der neueren Psychologie, über die alten Vermögens- und Assoziationslehren hinaus. Voraussetzung dafür war, wie man an zahlreichen Spezialfragen der Psychologie geschichtlich nachweisen kann, die Ausbildung und Verbreitung experimenteller Beobachtungsmethoden; denn die meisten assimilativen Zusammenhänge und Modifikationen unserer Erlebnisse lassen sich nur durch experimentelle Variation der Bedingungen feststellen, wegen der angedeuteten Verschmolzenheit der gegenwärtigen Eindrücke mit den Nachwirkungen früherer Erlebnisse.

Und jener Fortschritt setzte zweitens voraus: die Ersetzung der alten, mataphysisch und physikalisch getrübten Fragestellungen durch empirisch-psychologische; denn die isolierende Betrachtungsweise der seelischen Vorgänge, in der Form der oben besprochenen Verdinglichung und Hypostasierung (namentlich des Assoziations- und Reproduktionsbegriffes) war das Haupthindernis der Assimilationslehre. Aber diese beiden methodologischen Voraussetzungen sind noch keineswegs ganz erfüllt. Sowenig der genannte Fehler der psychologischen Verdinglichung gegenwärtig schon überwunden ist, und sowenig andererseits die experimentell geregelte Beobachtung überall da angewendet wird, wo sie notwendig und möglich ist, so wenig entspricht

[1]) Wundt, III, 528.

daher die theoretische Betonung und Behandlung der Assimilationserscheinungen zurzeit noch ihrer tatsächlichen psychologischen Bedeutung.

Wundt, dessen psychologische Arbeiten gerade in diesen Richtungen bahnbrechend waren, bemerkt gelegentlich, Assimilationsvorgänge, gleich denen des ästhetischen Erlebens, machten »schon jede Sinneswahrnehmung zu einem resultierenden Erzeugnis direkter Reize und reproduktiver Elemente . ., wo ebenso der Eindruck die Reproduktion bestimmt, wie diese wiederum den Eindruck verändert, indem sie einzelne Elemente desselben zurückdrängt, andere verstärkt oder ergänzt«. Und ein andermal, zusammenfassend: Es seien auf assimilative Weise »alle unsere Anschauungsvorstellungen innig verwebt mit Reproduktionen. Der unmittelbare Eindruck liefert fast immer nur ein ungefähres Schema der Gegenstände, das wir dann [?] mit reproduktiven Elementen ausfüllen« (a. a. O. 182; 529).

Das im letzten Satze beanstandete »dann« ist jedenfalls nicht allgemein zeitlich, im Sinne einer wahrnehmbaren zeitlichen Aufeinanderfolge zu verstehen. In diesem Falle spricht Wundt vielmehr von »Erinnerung«. Die geschilderte assimilative Ergänzung und Modifikation des Eindrucks geschieht dagegen, als aktuelles Erlebnis, jedesmal gleichzeitig, indem der Eindruck gar nicht anders als in jener Umgestaltung zum Bewußtsein kommt und gewöhnlich auch von den assimilierenden Elementen nicht unterschieden wird. Das hat Wundt oft selbst betont, und auch in der oben wiedergegebenen Definition des Assimilationsbegriffs ausgesprochen.

Als jedermann geläufige Beispiele nennt Wundt das Übersehen und unbemerkte Korrigieren von Druckfehlern beim gewöhnlichen Lesen; ferner das fortwährende sinngemäße Ergänzen mangelhaft gehörter Laute, etwa beim Anhören eines Vortrages. In ähnlichem Zusammenhange zieht er noch die sogenannten Assoziationstäuschungen heran, die »assoziativen Gewichtstäuschungen«, den Aristotelischen Tastversuch (Zweikugelillusion bei gekreuzten Fingern) und gewisse Erscheinungen des Florkontrastes; ferner die umkehrbaren perspektivischen Täuschungen (a. a. O., Bd. II 564; III 24, 462, 257, 545 f.).

Auf dem optischen Gebiete sind assimilative Umgestaltungen unserer Erlebnisse bisher weitaus am zahlreichsten gesammelt und am genauesten untersucht. Die sogenannten geometrisch-optischen Täuschungen sind, wie ich meine, ohne Ausnahme mehr oder weniger

auch assimilativ bedingt. Die meisten Psychologen, die auf die Vorgänge der Assimilation überhaupt näher eingehen, beschränken sich dabei ausschließlich oder überwiegend auf das Gebiet der Gesichtswahrnehmung und auf sogenannte Sinnestäuschungen, die, wie die bekannte Gewichtsillusion, optisch und besonders räumlich mitbedingt sind. Diese Einseitigkeit hängt wiederum zusammen mit dem besprochenen falschen Objektivismus: jene Fälle sind besonders leicht »objektiv« erkennbar und kontrollierbar, indem die räumlichen Eigenschaften der Reizvorgänge jeweils an dem wahrgenommenen »Gegenstande« auf verschiedene Weise leicht können gemessen und in ihrem Verhältnis zu dem unmittelbaren Erlebnis festgestellt werden. Relativ gut bekannt und zergliedert sind daher besonders die hierher gehörigen Erscheinungen der Raumauffassung. Die Wahrnehmungen der Tiefe und der Entfernung beruhen bekanntlich ganz überwiegend auf dem Zusammenwirken früherer Erfahrungen mit gegenwärtigen Sinneseindrücken. Aber, darin bedürfen die meisten Raumtheorien der psychologischen Ergänzung: der unmittelbar anschauliche, ja sinnliche Charakter, den die Auffassung des dreidimensional Ausgedehnten für uns besitzt, bleibt ganz unverständlich, wenn man die assimilativen Verbindungen außer acht läßt, worin jene »assoziativen« und sogar begrifflichen Faktoren (der Erfahrung) mit dem jeweils gegebenen Empfindungsmaterial einheitlich verbunden und aufs innigste durchdrungen sind.

Ein großer Teil der theoretischen Gegensätze des sog. Nativismus und Empirismus erklärt sich daraus, daß, von beiden Seiten, diese assimilativen Verbindungen nicht gebührend beachtet wurden. Analoges gilt für zahlreiche Erscheinungen der Zeitauffassung. Und es wiederholt sich bei allen psychischen Tatbeständen, die überhaupt durch frühere Erfahrungen des Erlebenden wesentlich mitbedingt sind; so z. B. durchgängig beim ästhetischen Verhalten. Die psychologische Untersuchung pflegt da geschichtlich von mythologischen und metaphysischen Spekulationen zunächst in das Stadium eines rohen Empirismus überzugehen, der die Erzeugnisse seiner unvollständigen Analysen (Empfindungen, Erinnerungsbilder, Assoziationen) wie isolierte Substanzen behandelt und höchstens durch fingierte, in keiner Erfahrung anzutreffende Urteilsvorgänge, intellektualistisch, verbindet. Aus diesem Übergangsstadium entwickelt sich zuletzt die rein empirische Betrachtungsweise, die denn erst die unmittelbar gegebenen assimilativen Verbindungen theoretisch entdeckt und an ihre Erklärung mit genetischen Gesichtspunkten herantritt. Die Psychologie der musikalischen Tatsachen, wie hier vorgreifend bemerkt

sei, befindet sich m. E. vorwiegend noch in dem zweiten, teilweise sogar erst im ersten Stadium: einer mythologischen Konstruktion des Unerklärbaren.

Tatsächlich beherrschen, wie gesagt, und wie das in solcher Allgemeinheit schon oft ausgesprochen worden ist, die Nachwirkungen früherer Erlebnisse (assimilierend) das gesamte seelische Geschehen. Nicht nur, daß ein weit über den Durchschnitt unserer Erfahrung hinaus großer oder kleiner Mann, ein ungewöhnlich heller oder dunkler Raum uns jederzeit in besonders hohem Maße groß, klein usw. erscheint: all unser gewöhnliches Auffassen des Gegebenen ist in analoger Weise durch verschmolzene und kondensierte frühere Erfahrungen unmittelbar mitbestimmt. Nur so erklärt sich die absolute und objektive Form, in der für gewöhnlich ein Gegenstand als »groß« oder »klein«, »schmal«, »breit« usf. beurteilt wird; eine Speise als süß (im prägnanten Sinne des Wortes) oder unangenehm; ein Ton als hoch oder tief, eine Tonverbindung als konsonant oder dissonant. Auch die Art, wie im praktischen Leben Werturteile gefällt werden (als über schlechthin Gutes, Richtiges, Wahres, Schönes usf.), gehört hierher. Alle solche Urteile und schon die zugrunde liegenden Auffassungen dessen, was da beurteilt wird, enthalten mit dem neuen Eindruck zusammen das verdichtete Ergebnis früherer ähnlicher Erlebnisse, dieses für gewöhnlich bereits in (mehr oder weniger rudimentärer) begrifflicher Verarbeitung. Und je sicherer und unmittelbarer das Urteil gefällt wird, um so weniger pflegt das Neue von dem Alten unterschieden zu sein; um so mehr pflegt beides, das neu ins Bewußtsein Eingetretene und das assimilierende Gesamtergebnis der vorangegangenen Erfahrung miteinander verbunden zu sein, zu einer unwillkürlichen und festen, ohne künstliche Änderungen des Vorstellungsverlaufes gar nicht auflösbaren Einheit.

Die psychologische Forschung hat sich mit Recht zunächst den im praktischen Leben relativ seltenen Fällen solcher Assimilation zugewendet, wo der Gesamteindruck durch bestimmte, einzeln aufzeigbare Assoziationen modifiziert wird, und wo diese Modifikation (gemessen an den Eigenschaften des objektiven Reizes, vielmehr: seiner isoliert gedachten oder erlebten Bewußtseinswirkung) relativ groß ist. Mit Recht; denn in diesen Fällen ist die experimentelle Variation der Bedingungen relativ leicht und sicher. Aber dieser

methodologische Zusammenhang hatte bisher eine zweite Einseitigkeit der Assimilationslehren im Gefolge.

Man beachtete zu ausschließlich die besonders auffallenden Fälle, wo die assimilative Modifikation eines Teilinhaltes bis zum Kontrast gesteigert ist; man orientierte die ganze Theorie nach diesen extremen Erscheinungen; ja manche Psychologen scheinen geneigt, die Assimilation geradezu mit dem assoziativ bedingten Kontrast gleichzusetzen.

Ein einfaches Beispiel, die von Wundt (a. a. O. II, 565f.) mitgeteilte Winkeltäuschung, mag erläutern, worum es sich handelt. In Fig. 1 sind bei *A* und *B* die mittleren Sektoren objektiv gleich groß.

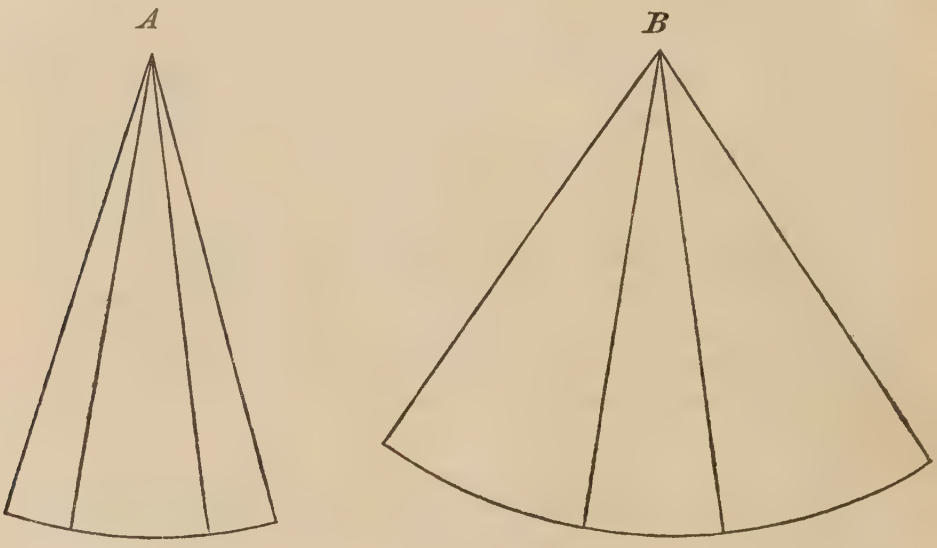


Fig. 1.

Aber bei *A* erscheint der mittlere Sektor vergrößert, bei *B* verkleinert: durch den Kontrast mit den kleineren rechts und links anliegenden Sektoren dort, den viel größeren hier.

Verringert man nun aber, während alles übrige unverändert bleiben kann, die Größenunterschiede dieser umschließenden Sektoren, so schlägt die Täuschung in eine entgegengesetzte um.

In Fig. 2 sind wiederum die beiden mittleren Sektoren gleich groß gezeichnet. Aber jetzt sind die umschließenden, hier schwarz gezeichneten Sektoren bei *A* ein wenig größer als bei *B*, und deshalb erscheint der mittlere Sektor jeweils in gleichem Sinne verändert:

bei *A* größer als bei *B*. Durch bloße Änderung also der Größenverhältnisse jener umgebenden Raumteile geht der von ihnen bewirkte Kontrast in eine Anähnlichung im eigentlichen Sinne des Wortes über; wir können diese mit Wundt kurz als »Angleichung« bezeichnen.

Die resultative Angleichung.

Jene beiden optischen Täuschungen fallen, wie man sieht, nicht mehr vollständig unter den Begriff der »Assimilation«, von dem wir ausgingen; weshalb auch Wundt sie nicht als assimilative, sondern allgemeiner als assoziative Täuschungen bezeichnet (»assoziativer

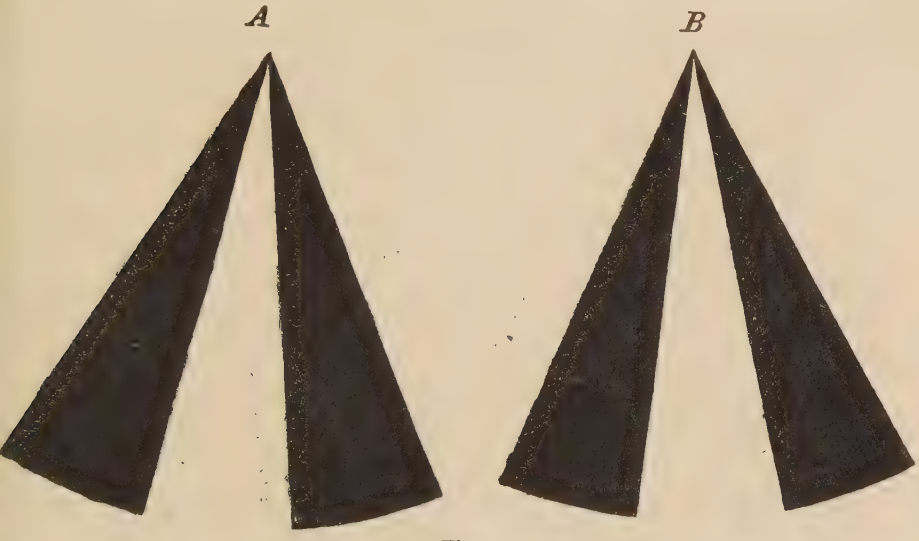


Fig. 2.

Kontrast« und »assoziative Angleichung«). Sie fallen nicht streng unter Wundts Definition der Assimilation. Denn 1. geht die modifizierende Wirkung dabei nicht ausschließlich von den Nachwirkungen früherer Erlebnisse aus: zu dem Einflusse der unmittelbar vorher gesehenen Figur (*A*, wenn ich zu *B* übergehe, und umgekehrt) gesellt sich jedesmal, mitbestimmend, der Einfluß der gerade betrachteten Gesamtgestalt und namentlich der umschließenden Sektoren; diese aber gehören zur jeweils gegenwärtigen sinnlichen Wahrnehmung, sie werden jedesmal mit dem zu beurteilenden Mittelsektor zugleich gesehen, wenn auch für gewöhnlich weniger beachtet

als er. Wir werden Fälle kennen lernen, wo noch ausschließlicher Elemente des gegenwärtigen Eindrucks, einander modifizierend, im Spiele sind.

Ferner 2. wird in unseren Figuren der Mittelsektor jedesmal von den beiden ihn umgebenden mehr oder weniger deutlich unterschieden; soll das Urteil überhaupt zustande kommen, so muß das geschehen; und man kann zweifeln, ob es sich hier noch um »ein einziges simultanes Ganze« der modifizierenden mit den modifizierten Elementen handelt.

Dieser zweite Tatbestand scheint mir nicht von entscheidender Bedeutung für den Assimilationsbegriff zu sein. Alles gleichzeitig im Bewußtsein Vorhandene schließt sich mehr oder weniger zu einem simultanen Ganzen zusammen. Es gibt Gradabstufungen und andererseits auch verschiedene Arten solches einheitlichen Zusammenschlusses. Für alle diese Eigenschaften des psychischen Geschehens haben wir den anerkannten Begriff der »Verschmelzung«, wie ihn Wundt als erste Form der assoziativen Verbindungen, vor den Assimilationen, behandelt. Es bestehen gewisse Abhängigkeiten zwischen der gegenseitigen Modifikation der Bewußtseinselemente auf der einen, dem Grade und der Art ihrer Verschmelzung auf der andern Seite. Keinesfalls dürfen diese Tatbestände als einander ausschließende Dinge betrachtet werden. Aber ebensowenig ist es durch die Tatsachen gerechtfertigt, sie zu identifizieren. Es gibt Fälle deutlichster Unterscheidung einer gleichzeitig im Bewußtsein vorhandenen Mehrheit von Elementen, also geringsten Verschmelzungsgrades, während diese Elemente einander in hohem Maße qualitativ modifizieren. Und umgekehrt ist eine solche Modifikation oft kaum nachzuweisen, wo die vorhandenen Elemente zu einer vollkommenen Einheit verschmelzen. Beispiele liefert namentlich das Gebiet der Tonwahrnehmung. Es wäre auch eine äußerliche und unzweckmäßige Abgrenzung der Begriffe, wollte man von Assimilation nur im Falle vollkommener Verschmelzung reden, d. h. nur da, wo die assimilierenden Elemente von den assimilierten in keiner Weise unterschieden werden. Dann müßten zahlreiche bisher zur Assimilation gerechnete Tatbestände ausscheiden; und auch wieder aufgenommen werden: bei bloßer Änderung der Aufmerksamkeitsbedingungen. Als das Wesentliche der Assimilation, zum Unterschiede von der bloßen Verschmelzung, wird

vielmehr die resultative Modifikation gewisser Elemente des Gesamtbewußtseinsinhaltes durch andere gelten müssen.

Der Ausdruck »resultativ« wird noch genauer, namentlich durch Beispiele, bestimmt werden. In unsern beiden optischen Fällen, wie in sehr zahlreichen ähnlichen, kommt die in Frage stehende Modifikation als solche völlig einheitlich und unmittelbar zum Bewußtsein; nicht als ein Erlebnis der Änderung, des Modifiziertwerdens, sondern nur in ihrem Resultat: als (nachweisbares) Modifiziertsein gewisser Elemente durch andere. — Das, in diesem Sinne, Resultative der fraglichen Erscheinungen wird in die Bestimmung des Assimilationsbegriffes mit aufzunehmen sein.

Theoretisch bedeutsamer ist der zuerst hervorgehobene Punkt: soll der Assimilationsbegriff beschränkt bleiben auf die Modifikation eines neu in das Bewußtsein eintretenden Komplexes durch die Nachwirkungen früherer Erlebnisse? Dieser Begriff, der oben stehenden Definition, würde die beiden beschriebenen optischen Täuschungen und viele ähnliche Fälle (von denen wir einige, nämlich akustische, noch zu erwähnen haben) nicht umfassen; strenggenommen auch nicht die sehr wichtigen Erscheinungen der gegenseitigen Modifikation von Nachwirkungen früherer Erlebnisse unter sich. Entschließt man sich, den Assimilationsbegriff derart zu erweitern, daß er alle Fälle gegenseitiger resultativer Modifikation von Bewußtseinselementen unter sich begreift, dann sind durch die Verschiedenheit der Tatsachen Untereinteilungen des so erweiterten Begriffes gefordert. Bei solcher Begriffserweiterung und -gliederung dürfte freilich niemals übersehen werden (was — infolge falscher Verdinglichung — immer noch oft geschieht), daß auch die sogenannten früheren oder reproduktiven Elemente nicht identisch sind mit denen eines vergangenen Bewußtseinszustandes; es wird ja niemals dasselbe erneuert oder »reproduziert«, was früher einmal im Bewußtsein gewesen ist; sondern im Bewußtsein können jederzeit nur gewisse Gegebenheiten vorgefunden werden, die in der bekannten, nicht weiter zurückführbaren Weise auf frühere Erlebnisse unmittelbar hinweisen oder mittelbar durch das psychologische Denken als deren Nachwirkungen gedeutet werden müssen.

Es handelt sich also genau genommen immer nur um Modifikationen gewisser Elemente des gegenwärtigen durch andere des gegenwärtigen Gesamtbewußtseinsinhaltes; nur daß unter diesen Elementen die durch frühere Erlebnisse mitbedingten sicherlich in den

meisten Fällen eine entscheidende Bedeutung haben[1]). Sehr häufig wird die Auffassung sowohl durch Nachwirkungen früherer Erlebnisse als durch gegenwärtige Empfindungen modifiziert. Das trifft z. B. zu bei unseren beiden optischen Täuschungen; ebenso bei der bekannten Gewichtsillusion, die uns einen umfangreicheren Körper als leichter auffassen läßt im Vergleiche mit einem objektiv gleich schweren kleineren.

Wir können die weit reichenden, noch wenig geklärten Fragen nach der Einteilung und den Grenzen des Assimilationsbegriffes hier auf sich beruhen lassen; ebenso die funktionellen Beziehungen zwischen der Assimilation und andern psychischen Erscheinungsgruppen, namentlich der Verschmelzung, der »Aufmerksamkeit«, der »inneren Einstellung«, der »Apperzeption«.

Herbarts Begriff der Apperzeption umfaßt, soviel ich sehe, die von der neueren Psychologie so genannten apperzeptiven Verbindungen zugleich mit den assimilativen im Sinne Wundts.

Von den Erscheinungen, die Ebbinghaus (Grundzüge der Psychologie [2] I, 717—720) im Anschluß an Müller und Schumann als »Einstellungen« beschreibt, fällt ein Teil mit den Assimilationen in dem von mir gemeinten Sinne zusammen. Von diesen Assimilationen sind aber theoretisch zu scheiden: 1. die rein physiologischen (Reflex-) Vorgänge der Akkommodation und Adaptation, ferner namentlich die motorischen Einstellungen, die z. T. durch individuell psychische frühere Erfahrungen mitbedingt, gegenwärtig aber entpsychisiert sind, d. h. ohne jede Bewußtseinskomponente verlaufen; 2. die Wirkungen gesondert nachweisbarer Erwartung oder (und) Enttäuschung, wobei es häufig zu »apperzeptiven« Kontrasten kommt. — Alle diese wichtigen Erscheinungen bedürfen noch dringend der experimentellen psychophysiologischen Zergliederung. Die bei Ebbinghaus zitierten Arbeiten G. E. Müllers und seiner Schüler enthalten dazu wertvolle Beiträge.

Notwendig aber ist im gegenwärtigen Zusammenhange: die vielfältigen und offenbar nahe verwandten Erscheinungen der Angleichung begrifflich zusammenzufassen, die zwischen irgendwelchen Elementen

[1]) Der Begriff des psychischen »Elementes« wird bekanntlich von den Psychologen der Gegenwart nicht völlig übereinstimmend und eindeutig gefaßt. Es ist mir wahrscheinlich, daß — gerade auch durch die Tatsachen der Assimilation — eine Revision dieses Begriffes notwendig werden wird; in dem Sinne, daß die »Elemente« der gegenwärtigen, etwa der Wundtschen Psychologie, z. T. als bloß relativ elementare Tatbestände, d. h. als Minimalkomplexe anzusehen wären. Die Lösung dieser Probleme ist für das Verständnis des Folgenden nicht unerläßlich. (Zur Frage der »einfachen« Gefühle vgl. O. Dittrich, Grundzüge der Sprachpsychologie I, 417ff., 612).

eines Gesamtbewußtseinsinhaltes stattfindet; gleichviel, ob dabei Nachwirkungen früherer Erlebnisse beteiligt sind oder nicht; gleichviel ferner, ob es zu einer vollständigen Verschmelzung kommt. Ich schlage für alle diese Erscheinungen den Ausdruck »resultative Angleichung« vor; dabei bedeutet der Zusatz »resultativ«, daß die Angleichung nicht als ein bewußter Prozeß des Ähnlichwerdens oder des Vergleichens zu denken ist; sie kommt nicht als ein sukzessives Inbeziehungtreten oder Inbeziehungsetzen der beteiligten Elemente zum Bewußtsein, wie bei vergleichenden Urteilen, sondern nur in ihrem fertigen Resultat: als Angeglichensein gewisser Teile des Gesamtinhaltes an andere. Es ist nicht einmal nötig, daß der Erlebende die angeglichenen Elemente von den angleichenden überhaupt unterscheidet; nur selten werden sie selbst als distinkte Mehrheit von Teilinhalten deutlich und vollständig unterschieden[1]).

Derartige »resultative Angleichungen« kommen im gewöhnlichen seelischen Leben viel häufiger vor und spielen darin eine größere Rolle, als es nach manchen Lehrbüchern der Psychologie scheinen könnte; ein Teil der vorhin angeführten Beispiele gehört bereits dazu. Die Erscheinungen der Angleichung drängen sich nur aus leicht erklärlichen Gründen der Aufmerksamkeit im allgemeinen weniger auf als die Kontrasterscheinungen (von denen eben die Angleichung psychologisch zu unterscheiden ist). Bei dem Falle der Ergänzung eines mangelhaft gehörten Vortrages hebt Wundt hervor, daß der Hörer diese seine ergänzende Tätigkeit in der Regel erst bemerkt, »wenn ihm ein Mißverständnis begegnet« (III, 529). Je weniger er sie bemerkt, um so einheitlicher und unmittelbarer wird er das Resultat auffassen; um so sicherer gleicht er fortdauernd das Gehörte dem sinngemäß Vorgestellten an.

Einfache Fälle solcher resultativen Angleichung lassen sich auf allen seelischen Gebieten experimentell feststellen und sogar quantitativ bestimmen. Kürzlich hat Spearman, als einer der ersten, gewisse Hauptfälle der Lageauffassung und der taktilen Lokalisation rein empirisch, unter hinreichender Sonderung und Variation der

[1]) Die einheitlichste Beschreibung aller hierher gehörigen Tatsachen scheint mir dadurch erreichbar zu sein, daß der Begriff der Assimilation in der oben angegebenen Weise erweitert, und die resultative Angleichung, als eine spezielle Form der Assimilation, ihm untergeordnet wird.

Bedingungen untersucht. Alsbald traten zahlreiche regelmäßige Angleichungen der Auffassung an das früher Erlebte hervor; und zwar sowohl an die häufigsten gleichartigen Erfahrungen überhaupt, als an die unmittelbar vorangegangenen, experimentell bewirkten Erlebnisse. Es wurde etwa der unter einem horizontalen Schirme ruhende Unterarm punktuell berührt, und die Versuchsperson hatte den Ort dieser Reizung möglichst genau zu bezeichnen, — wobei eine erneute Berührung des gereizten Gliedes sinnreich ausgeschlossen war. Dabei ergaben sich konstante Fehler der subjektiven Lokalisation um durchschnittlich etwa 10 cm, jedesmal im Sinne der häufigsten früheren Erfahrungen; es wurde nämlich die Auffassung des Berührungsortes regelmäßig nach einer mittleren Lage der ganzen Extremität abgelenkt. Wurde in einer Versuchsstunde an verschiedenen Hautstellen experimentiert, so zeigte sich außerdem eine Ablenkung der subjektiven Lokalisationen nach der Mitte des in ebendieser Stunde betasteten Hautbezirkes [1]). Diese ebenso konstanten als mannigfach bedingten Angleichungen geschehen rein resultativ: es kommt dem Beobachter keine frühere Lage oder Berührung seines Gliedes gesondert zum Bewußtsein.

Auf dem Gebiete des Hörens gibt es analoge Erscheinungen, obwohl sie bisher wenig beachtet und niemals genauer analysiert worden sind.

Assimilative Erscheinungen auf dem akustischen Gebiete.

Bei der Auffassung und Beurteilung von Tonhöhen begegnet es bekanntlich sehr häufig, und nicht am wenigsten den Musikern, daß ein Ton richtig als C, Fis usf. und insofern, also nach seiner Stellung innerhalb der Tonleiter auch noch genauer, durch das absolute Tonbewußtsein oder durch Vergleichstöne, bestimmt wird, daß er aber eine Oktavenversetzung erleidet; d. h. man schätzt ihn um eine und auch mehr Oktaven zu hoch oder zu tief. Diese der experimentellen Untersuchung noch bedürftige Oktaventäuschung ist in hohem Maße, auch in ihrer Richtung, von der Klangfarbe abhängig; sie wird begünstigt

[1]) Die scharfsinnige Untersuchung Spearmans folgt im gegenwärtigen Hefte der Psychol. Studien unmittelbar auf die vorliegende Arbeit. — Ich verdanke der Teilnahme an den im Leipziger Psychologischen Institut durchgeführten Versuchen manche Anregung.

durch großen Klangfarbenunterschied der zu vergleichenden Töne. Gegenüber ungewohnten Klangfarben sind auch relativ Geübte in allen ihren Tonurteilen, ja sogar, wie Abraham neuerdings gezeigt hat, Personen von hochentwickeltem absoluten Tonbewußtsein in ihrem Tonhöhenurteil unsicher und groben Täuschungen unterworfen[1]). Die Oktaventäuschung scheint mir in jedem Falle mitbedingt zu sein durch die assimilierenden Wirkungen früherer, unter sich selbst angeglichener Erfahrungen. Daß auch einfache im Oktavenverhältnis stehende Töne eine spezifische Ähnlichkeit besitzen, wird nur demjenigen unwahrscheinlich sein, der die qualitative Ähnlichkeit von Tönen hypostasierend auf Nachbartöne beschränkt und dann eine solche Ähnlichkeit in anderer Hinsicht nicht mehr zulassen kann[2]). Aber die ganze überwiegende Mehrzahl aller Tonerfahrungen macht man ja an obertonreichen Klängen, nicht an einfachen Tönen. Und das bezweifelt gegenwärtig niemand mehr, daß durch die teilweise Identität von Partialtönen Oktavenklänge einander und ihren Oktaventönen ähnlich sind. Um die subjektive Oktavenvertiefung einfacher Klänge zu erklären, zieht Stumpf deren Ähnlichkeit mit zusammengesetzteren Klängen heran und fügt hinzu: »Diese Ähnlichkeit wirkt auch, ohne daß der zusammengesetzte Klang selbst vorgestellt wird, indem sie als reproduzierende Kraft die Übertragung des entsprechenden Begriffes und Namens auf den vorliegenden einfachen Klang bewirkt« (Tonpsychologie II, 408). — Stumpfs Erklärung und ganze Erörterung bezieht sich allerdings, etwas intellektualistisch, nur auf das Benennungsurteil und die begriffliche Subsumtion der Erscheinung, während mir die wiederholte Beobachtung es wahrscheinlicher macht, daß hier, wie in vielen andern Fällen, schon die unmittelbare Wahrnehmung durch jene resultative Angleichung verändert wird.

---

[1]) Sammelbände der Internat. Musikgesellschaft III: Das absolute Tonbewußtsein. Vgl. Stumpf, Tonpsychologie I, 235; 176, 240f., 253f., 309 und öfter (s. im Register: Höhenurteile).

[2]) Vgl. dagegen Natorp, Gött. gel. Anz. 1891, II, 789ff. — Stumpfs Ausführungen zu dieser Frage betreffen in erster Linie die Zurückführbarkeit der Verschmelzung und ihrer Grade auf die Ähnlichkeit der Oktaventöne. Diese Zurückführbarkeit kann man ganz (mit Stumpf) oder teilweise bestreiten und doch — im Gegensatze zu Stumpf — die besondere Ähnlichkeit der Oktaventöne anerkennen, als eine unmittelbar vorgefundene Tatsache des Bewußtseins; gleichviel, ob und wie weit sie durch Erfahrung bedingt sein mag.

Bei meinen Beobachtungen an Zweiklängen, wo es sich um die Bestimmung der in der ganzen Klangmasse jeweils enthaltenen Teiltöne handelte, und zwar vorzugsweise: der im strengsten Sinne einfachen Kombinationstöne, kamen Oktaventäuschungen gerade auf den ersten unmittelbaren Eindruck hin häufig vor. Hier nun fiel mir eine unter sonst gleichen Umständen konstante Richtung dieser Täuschungen auf: »Ungewöhnlich hohe Kombinationstöne (besonders die Summationstöne) schätzt man zunächst gern eine Oktave zu tief; die tieferen, namentlich wenn sie leise und undeutlich sind (andernfalls waren Oktaventäuschungen hier überhaupt seltener), verlegt man zuweilen in die höhere Oktave« (1, 604).

Dabei ist zu bedenken, daß der Klangfarbenfaktor allgemein eine Oktavenvertiefung einfacher Töne begünstigt. Nach den vorhin mitgeteilten Ergebnissen Spearmans über die taktile Lageauffassung bin ich geneigt, jene Erscheinungen zum Teil auf eine ablenkende Wirkung der Tonmittellage zurückzuführen. Eine systematische Prüfung dieser Annahme wäre wünschenswert.

Resultative Angleichung von Tonempfindungen an andere gleichzeitige.

Daß gleichzeitig empfundene Töne sich gegenseitig abzulenken scheinen, dafür teilt Stumpf einige Beobachtungen mit. Wenn er die Gabel *A* konstant tönen und *e* abwechselnd hinzu- und hinwegtreten ließ, so schien *A* im ersten Falle höher, im zweiten tiefer zu werden. Ebenso wurde *e* zu dem hinzutretenden *A* scheinbar hingezogen. Das gleiche zeigte sich bei *Ag* und bei *cg* (a. a. O. II, 397 f.).

Stumpf ist hier wieder überzeugt, daß es sich nur um eine Urteilstäuschung handle; die Veränderung der Tonhöhe sei nur eine scheinbare. Zum Beweise führt er an, daß die Täuschung »nur unter besonderen Umständen« eintrete (z. B. in der Höhe nicht, weil hier Veränderungen merklicher und somit auch die Konstanz [der Empfindungen selbst] deutlicher ist), und daß sie überhaupt verschwinde, »wenn man seine Aufmerksamkeit durch den ersten Ton nicht ablenken läßt, sondern auf den alten konzentriert hält«. Dagegen beweisen ihm diese Erscheinungen, »daß von einem simultanen Kontrast (ebenso wie von einem sukzessiven) beim Ohr nicht die Rede ist. Die Beeinflussung gleichzeitiger Töne ist nur eine scheinbare, und nicht einmal als solche findet sie im Sinne des Kontrastes statt . . .«

Im folgenden erwähnt Stumpf noch den Eindruck einer scheinbaren Kontrastbeeinflussung obertonreicher Klänge (Beispiel: d des Klaviers durch das hinzutretende G scheinbar erhöht) und erklärt diesen Fall durch Obertonverstärkung (d^1) und die davon herrührende Aufhellung der Klangfarbe. »Die Veränderung ist also wiederum nur eine scheinbare. In der praktischen Musik fehlt davon jede Spur, weil zu viele Momente hier die Tonhöhe für das Urteil feststellen.«

Zur Erläuterung des zuletzt erwähnten (theoretisch sehr wichtigen) Punktes wird auf eine Stelle im ersten Bande der Tonpsychologie verwiesen, wo von den mittelbaren Faktoren der musikalischen Tonauffassung vor allem die Konsonanz der Zusammenklänge angeführt ist (S. 258 ff.). Es handelt sich hier um die auffallende subjektive Erhöhung gewisser Töne bei abnehmender Intensität. Eine ganz geringe »wirkliche Erhöhung«, nämlich der Tonempfindung, gibt Stumpf nach wiederholter Prüfung für ausklingende Stimmgabeln und einige ähnliche Fälle zu. Die viel größere »scheinbare« Erhöhung führt er in erster Linie auf eine Änderung der Klangfarbe zurück. Das Ergebnis der eingehenden Erörterungen, deren theoretische Tragweite mit Recht hervorgehoben wird, ist dieses: »Es findet also hier [Sperrdruck des Verfassers] ein eigentümliches Zusammenwirken der wirklichen Empfindung mit Nebenmomenten zur Determination des Urteils statt; eine Täuschung, die zu sehr geringem Teil durch erstere, zum größten Teil durch die letzteren hervorgerufen ist«. Daß dergleichen nicht den musikalischen Genuß zerstöre, wird so erklärt: »Allein der falsche Schein selbst wird durch die im musikalischen Zusammenhang gebotenen Hilfsmittel der Auffassung zerstört«.

Zur Frage des Tonhöhenkontrastes weist Stumpf schließlich zurück auf den ersten Paragraphen seines Werkes (S. 20 f.), wo für sukzessive Töne die (von andern Forschern zugelassene) Möglichkeit einer wirklichen Modifikation der Empfindung im Sinne eines qualitativen Kontrastes entschieden abgelehnt ist. Hier aber ist diese Ablehnung wesentlich begründet worden durch den Hinweis auf die praktische Musik: »Wie sollte die Musik bestehen, wenn durch Hinzufügung eines höheren Tones der zuerst angegebene wirklich herunterginge!« (S. 21; ähnlich S. 258 oben.) — Wir sehen wieder, wie vorsichtig man bei der Analyse elementarer Empfindungstatsachen mit der Heranziehung der praktischen Musik verfahren muß.

Schließlich beschreibt Stumpf eine Gruppe qualitativer Täuschungen, und zwar Angleichungen des gleichzeitig in der Empfindung Gegebenen, die ihrerseits in der Musik eine erhebliche positive Rolle spielen (II, 399 ff.).

Erklingen zwei nicht weiter als eine Quinte voneinander abliegende Töne der mittleren oder tiefen Region zusammen, und dauert der eine nur kurz, während er zugleich einen dumpfen, geräuschartigen

Charakter hat, »so scheint dieser sich bei nicht sehr genauem Hinhören dem andern in der Höhe zu akkommodieren. Wir fassen sie als gleich hoch,« obwohl wir sie als zwei Töne erkennen. »Der länger andauernde, schärfere, reinere und gleichmäßigere Klang bestimmt das Höhenurteil.« Es werde z. B. eine große Flasche (durch Wasserfüllung) so abgestimmt, daß ihr Ton zwischen zwei tiefe Töne des Klaviers, etwa *B* und *H* fällt; läßt man nun die Klaviertöne abwechselnd erklingen und bläst zugleich die Flasche kurz an, so scheint sie »mit beiden übereinzustimmen. Bei längerer Fortsetzung hört freilich die Täuschung auf«[1]).

»In der Musik tritt sie besonders auf bei Schlaginstrumenten. Auch wenn ein solches abgestimmt ist, wie die Orchesterpauke, finden sich genug Stellen, wo man anfänglich glauben möchte, daß es mit dem gleichzeitigen starken Ton eines andern Instrumentes übereinstimme. Beispiele liefert fast jedes Orchesterstück. Aber auch beim Pianissimo anderer Instrumente und unter anscheinend günstigen Bedingungen des Urteils kann Ähnliches eintreten.« Es folgt ein Beispiel aus Beethovens fünfter Sinfonie. An einigen weiteren Partituren wird deutlich gemacht, wie die Pauke, entgegen ihrer Abstimmung, sich nicht nur einzelnen gleichzeitigen Tönen, sondern auch der jeweiligen Harmonie und Stimmführung »scheinbar« anpaßt, so daß vom Standpunkte des Hörens die Instrumentation hinsichtlich der Pauken vielfach als unnötig genau erscheint. Ähnliches wie bei der Pauke findet, wie Stumpf hervorhebt, »und in noch weiterer Ausdehnung, ohne jeden Nachteil« bei andern Schlaginstrumenten statt, für die eine eigentliche Abstimmung nicht vorgeschrieben zu werden pflegt, bei den Trommeln, Becken, Schellen, dem Triangel u. dgl. »Je mehr Geräusch einem solchen Klang beigemischt ist, um so leichter die besprochene Täuschung. — So scheinen auch Gewürze, wie Pfeffer und Paprika, denen man ja solche Zutaten vergleichen kann, in gewissem Maße sich dem Hauptgeschmacke der Speise, der sie zugefügt werden, anzupassen.« — In einleuchtender Weise zieht Stumpf diese akustischen Akkommodationen mit heran zur Erklärung japanischer und javanischer Orchestermusik, mit ihren dem Partiturleser

[1]) Vgl. Tonpsychologie II, 114, Anm. über eine »eigentümliche Dehnbarkeit« einfacher milder Töne überhaupt hinsichtlich ihrer Höhe; S. 243f., 261 über den »Einfluß der Willkür auf die scheinbare Tonhöhe«.

unerträglich scheinenden Zusammenklängen[1]). Stumpf stellt endlich noch die Auffassung der Sprechstimme beim Melodrama in den gleichen Zusammenhang.

Die akustischen Beispiele solcher resultativen Angleichung ließen sich noch vermehren. In den zuletzt erwähnten Fällen (Stumpfs) handelt es sich durchweg um qualitative Angleichung gewisser Empfindungen an andere gleichzeitige Empfindungen, die aber von jenen deutlich unterschieden werden. Noch viel zahlreicher und mannigfaltiger sind die Angleichungserscheinungen, bei denen Nachwirkungen früherer Erlebnisse (assimilativ im engeren Sinne des Wortes) beteiligt sind, oder (und) wo zweitens die beteiligten Elemente weniger deutlich unterschieden werden, wo also zugleich eine — vollkommnere oder unvollkommnere — Verschmelzung vorliegt. Betrachten wir zunächst diesen zweiten Fall.

Beim Zusammenerklingen auch nur zweier Töne entstehen jederzeit wahrnehmbare Kombinationserscheinungen verschiedener Art, und zwar auch gesondert wahrnehmbare, ausgenommen den einzigen Fall der reinen Oktave, wo sie alle mit dem Grundton zusammenfallen, weshalb dieser verstärkt empfunden wird. Solche Teilempfindungen werden unter den gewöhnlichen Bedingungen des Hörens niemals vollständig und fast niemals überhaupt gesondert wahrgenommen, d. h. von der übrigen Empfindungsmasse unterschieden. Das gilt selbst für diejenigen Kombinationserscheinungen, die sich in ihrer Qualität am meisten von den gleichzeitigen Primärtönen unterscheiden: den breiten, unsauberen, schwebenden, geräuschartigen Differenztönen, die bei allen gröberen Dissonanzen entstehen. Auch sie hat man Jahrtausende hindurch nicht gekannt, und noch heute gibt es sehr viele feinhörige Musiker, selbst Tonpsychologen, die sie niemals gesondert herausgehört haben. Man kann aber für solches Heraushören besonders interessiert und begabt und sogar im höchsten Maße geübt sein, so pflegt man doch im ersten unmittelbaren Eindruck die vorhandenen Teilempfindungen nicht vollständig gesondert zu hören; und in Fällen, wo deren Anzahl oder

[1]) Vgl. neuerdings für siamesische Musik: Stumpf, Beiträge III, 100; 125, 130ff. Für japanische und chinesische Musik: Abraham und von Hornbostel, Sammelbände der Internat. Musik-Gesellschaft IV (2) 31. Die beiden zuletzt Genannten weisen hier mit Recht auch auf die Mixturregister der Orgel hin.

Undeutlichkeit eine gewisse Grenze überschreitet, gelingt es niemandem, sie alle gleichzeitig unterschieden wahrzunehmen. Eine mehr oder weniger weitgehende Verschmelzung also der Kombinationsempfindungen mit den übrigen akustischen Teilempfindungen ist durchaus die Regel.

Ebenso regelmäßig nun und am vollkommensten gerade bei vollkommener Verschmelzung übertragen sich Eigenschaften dieser Kombinationsempfindungen auf andere Teile des akustischen Empfindungskomplexes oder (und) auf das Ganze; das heißt: empfundene akustische Eigenschaften, die bei genauerer (subjektiver) Analyse als gewissen Teiltönen und nur ihnen zukommend erkannt werden, z. B. Schwebungen, Rauhigkeit, Geräuschcharakter, Breite, qualitative Unreinheit, kommen zunächst für die unmittelbare Wahrnehmung auch andern Teiltönen oder (und) dem Komplex als Ganzem zu[1]). Bei gewöhnlicher Vorbereitung und gewöhnlichem Hinhören ist es, wie gesagt, durchaus die Regel, daß Kombinationsphänomene von den übrigen Teilempfindungen gar nicht, wie diese voneinander nur unvollständig, geschieden werden. Dann werden die Kombinationserscheinungen »natürlich (wie Stumpf a. a. O. sagt) als Eigentümlichkeiten des Ganzen aufgefaßt«. Aber die subjektive Analyse kann viel weiter gehen, sie kann auch auf einzelne, ja alle vorhandene Kombinationstöne sich erstrecken, während die genannte Übertragung der Eigenschaften ganz oder teilweise erhalten bleibt.

Von der Auffassung rascher Schwebungen sagt Stumpf (a. a. O. 492): »Selbst wenn man weiß, daß das Rollen, die Rauhigkeit, nichts anderes ist als ein rascher Intensitätswechsel einzelner Töne, ist man insolange geneigt, sie dem Ganzen zuzuschreiben, als man nicht diesen einzelnen Tönen besonders genaue Aufmerksamkeit zuwendet«.

Ebenso bemerkte ich im Kapitel »die Auffassung der Schwebungen« meiner ersten akustischen Veröffentlichung (1, 613f.): »Man kann bereits alle vorhandenen Teiltöne sich verdeutlicht, auch die Schwebungen sicher erkannt haben und doch über ihre Lokalisation (= Tonlage) im Zweifel sein. Vor näherer Analyse ist jeder, nicht am wenigsten der Musiker, geneigt, sie ‚dem Ganzen' oder den Primärtönen, namentlich den tieferen, zuzuschreiben. Viele Beobachter erreichen keine größere Genauigkeit des Urteils, als daß sie einen Ton für den Hauptträger der Schwebungen und vielleicht einen oder zwei für glatt erklären. Von den

[1]) 1, 241; 2, 27, 40f. und viele andere Stellen meiner Arbeiten. Ganz ähnlich Stumpf, Tonpsychologie II, 489ff. und passim. Ebenso Helmholtz u. a.

Differenztönen scheint fast immer der, den man für den stärksten hält, zunächst an den Schwebungen beteiligt. Harmonische Teiltöne, namentlich im Oktavenverhältnis stehende, von denen einer tatsächlich schwebt, sind gerade in dieser Hinsicht schwer auseinanderzuhalten usw.« Was hier von den Schwebungen gesagt ist, gilt mutatis mutandis von allen Eigenschaften der Tonempfindungen.

Die Intensität eines Teiltones oder einer Teiltonmasse wird besonders ungenau und selten auf ebendiesen Teil des Empfindungsganzen begrenzt. Das Hinzutreten eines besonders starken Teiltones zu einem vorhandenen Tonkomplex scheint mir nicht selten die der Höhe nach benachbarten und ebenso die harmonischen Teile auf Kosten des Ganzen zu verstärken[1]). Auch die Qualität im engeren Sinne, die Tonhöhe, woran wir ja die Verschiedenheit der Töne vorzugsweise erkennen, wird von einem Ton auf andere gleichzeitige übertragen. Solche Übertragungen, als Höhenablenkung einzelner Töne durch gleichzeitige und deutlich unterschiedene, haben wir vorhin kennen gelernt. Es ist nicht dasselbe, gehört aber psychologisch in den gleichen Zusammenhang, wenn Zusammenklänge als Ganzes einigermaßen die Tonhöhe des tiefsten Primärtones zu besitzen scheinen; wenn ferner ein zu einem Tonkomplex hinzutretender höherer Ton das Ganze zu erhöhen, oder wenn, was noch häufiger ist, ein hinzutretender tieferer Ton es zu vertiefen scheint. Diese Erscheinungen pflegen durch die mitentstehenden Differenztöne verstärkt und kompliziert zu werden. R. Koenig berichtet aus seinen Beobachtungen an Stimmgabeln, was ich durchaus, auch für andere Fälle, bestätigen kann: »Läßt man zu dem *c* plötzlich *g* hinzutreten, so klingt es, als hätte der Grundton (*c*) nur einen tieferen Charakter bekommen«. Stumpf, der diese Stelle zitiert, bemerkt dazu mit Recht (a. a. O. 409f.): »Es tritt nämlich dann auch der Kombinationston *C* äußerst schwach[?] hinzu«[2]).

[1]) Andererseits kommt Stumpf (a. a. O. 425f.) in diesen experimentell noch sehr wenig untersuchten Fragen zu dem Ergebnis: »Das Hinzukommen anderer, selbst einer großen Zahl anderer, Töne bedingt keine Verstärkung des Empfindungsganzen«, — unter Umständen Abschwächung gewisser Teile.

[2]) Nur daß dieser mit mehreren andern zusammenfallende, einzige Differenzton der Quinte durchaus nicht »äußerst schwach«, sondern, schon in der angegebenen Tonlage, einer der stärksten Differenztöne ist, die überhaupt vorkommen. Er ist dem höheren Primärton (*g*) an Stärke oft nahezu gleich (1, 252 und öfter). Worauf es im gegenwärtigen Zusammenhange ankommt, ist, daß Eigenschaften des hinzugetretenen

Schließlich gehört hierher ein großer Teil der Erscheinungen, die man oft etwas summarisch dem Begriffe der Klangfarbe oder des Einzelklanges unterzuordnen pflegt. Es bleibt ja wunderbar genug, daß das Ganze eines aus zahlreichen Teiltönen bestehenden Einzelklanges die Tonhöhe des Grundtones zu besitzen scheint mit einer Unzweideutigkeit und sinnlichen Lebhaftigkeit, wie der gleich stark für sich allein gehörte Grundton. Diese allbekannte Erscheinung ist mit dem Begriff allein der »Verschmelzung«, auch der vollkommenen Verschmelzung, wie sie hier vorzuliegen pflegt, nicht erschöpft. Sie ist auch durch die Verhältnisse der subjektiven Tonstärke nicht vollständig zu erklären; denn sie tritt noch ein, wenn die Obertöne — und es können recht unharmonische darunter sein — im Falle gesonderten Heraushörens eine ganz beträchtliche Stärke zeigen. Andererseits übertragen sich auf das Ganze, dem eben die Tonhöhe des Grundtones zugeschrieben wird, ebenso unmittelbar gewisse Eigenschaften der Teiltöne: die Helligkeit, das Schrille, ja gegebenenfalls das Dissonante hoher Obertöne (wie bei Zusammenklängen das Dumpfe und Rauhe tiefer Differenztöne). Scharfe Klangfarbe begünstigt ebendaher eine Oktaventäuschung im Sinne der Erhöhung, milde Klangfarbe eine subjektive Oktavenvertiefung des Ganzen.

Übrigens sind alle diese Eigentümlichkeiten der Auffassung von Einzelklängen, schon die Verschmelzung ihrer Teiltöne, ohne Zweifel durch die assimilierenden Nachwirkungen der früheren, gewöhnlichen oder häufigsten Erfahrung mitbedingt.

Kehren wir noch einmal zurück zu den besonders auffallenden »Akkommodationen« gewisser Töne an andere, gleichzeitig empfundene und unterschiedene, wie sie vorhin nach Stumpf beschrieben worden sind. Stumpf ist auch hier geneigt, wenngleich weniger entschieden als bei den Modifikationen des Gegenwärtigen durch Früheres, die Erscheinungen lediglich als »Urteilstäuschungen« aufzufassen, als regelmäßige Trübungen oder Ablenkungen des Urteils über die in Wirklichkeit, d. h. für die sinnliche Wahrnehmung, unveränderten Tonqualitäten. Ich kann dieser intellektualistischen Auffassung keineswegs zustimmen. Die sinnliche Wahrnehmung kann, wie wir noch sehen

Teiltones — selbst in Fällen seiner gesonderten Wahrnehmung (auch) — dem Ganzen oder einem andern, harmonischen Teiltone zuzuwachsen scheinen. — Stumpf erwähnt a. a. O. (411ff.) interessante weitere Beispiele aus der Orchestermusik.

werden, sogar durch Urteilsvorgänge wirklich umgestaltet werden. Aber bei den beschriebenen Erscheinungen spielen Urteile überhaupt nicht notwendig eine Rolle. Die angeglichenen Töne werden genau so erlebt, als wären sogar die Reizvorgänge entsprechend modifiziert. Die resultativen Angleichungen kommen im Bewußtsein mit aller sinnlichen Lebhaftigkeit zustande, ohne daß der Erlebende überhaupt ein Urteil fällt, weder über das Wahrgenommene noch über irgend etwas anderes; indem er sich vielmehr ohne alles Nachdenken seinem sinnlichen Eindruck hingibt. Ja in diesem Falle pflegen solche Angleichungen am sichersten und regelmäßigsten und im weitesten Maße einzutreten. Sie pflegen ihre Konstanz zu verlieren, gleichzeitig sich zu vermindern, ja sie können ganz verschwinden, wenn man dem Bewußtsein des Beobachters eine besondere Vorbereitung gibt, wenn er, analysierend, seine Aufmerksamkeit sehr energisch auf einzelne Teile des Erlebnisses konzentriert, von andern abwendet, u. dgl. (Diese isolierende Konzentration der Aufmerksamkeit ist eine im allgemeinen begünstigende, aber nicht notwendige Bedingung der Analyse, der Unterscheidung gleichzeitiger Empfindungen überhaupt; beides muß, wie schon die Beispiele zeigen, theoretisch auseinandergehalten werden.) Gerade die genannte Abhängigkeit einer akustischen oder auch optischen Täuschung von der Aufmerksamkeit und der gesamten Vorbereitung ist für Stumpf das Hauptkennzeichen, daß die vorgefundene Modifikation eine bloß »scheinbare« sei, daß es sich um eine Urteilstäuschung handle. So allgemein, wie es Stumpf anwendet, darf aber dieses Kriterium durchaus nicht gelten. Gewiß gibt es reine Urteilstäuschungen, Fehlurteile, die durch bloße Belehrung, durch Vergleichungen oder Erinnerungen, durch Nachdenken über die Benennung, kurz durch irgendwelche Modifikation der seelischen »Vorbereitung« sich berichtigen lassen, ohne daß zugleich die Empfindungen und Wahrnehmungen sich merklich ändern. Aber ebenso gewiß gibt es auf dem akustischen wie auf allen andern Gebieten der Wahrnehmung auch »Sinnestäuschungen« in der vorher entwickelten Bedeutung des Wortes, d. h. Modifikationen des Wahrnehmungsinhaltes selbst, und zwar auch, wie die Beispiele lehren, nach der Seite der Empfindungsqualitäten. Sie heißen »Täuschungen« nur in einer uneigentlichen, übertragenen Redeweise; denn Empfindungen und Wahrnehmungen sind als solche weder wahr

noch falsch; wahr oder falsch, richtig oder unrichtig (getäuscht) können immer nur Urteile genannt werden. So werden auch die in Frage stehenden Erlebnisse als »Täuschungen« nur bezeichnet mit Bezug auf irgendwelche möglicherweise daran sich anschließende Urteile, mit Bezug vornehmlich auf ein Urteilen oder Wissen des betrachtenden Psychologen über die Natur der objektiven Reize, über ihre isoliert gedachte Bewußtseinswirkung u. dgl. Solche Urteile in die zu untersuchenden Bewußtseinsvorgänge selbst hineinprojizieren, ist falsche Objektivierung, Hypostasierung, Verdinglichung. Sie gehören noch weniger zum Wesen der hier untersuchten Sache, als die Urteile oder das Wissen des Wahrnehmenden selbst. Ihr ist vielmehr wesentlich nur die tatsächliche Modifikation gewisser Empfindungselemente durch andere Elemente des jeweiligen Gesamtbewußtseinsinhaltes, welche Modifikation in allen zuletzt (von S. 355 ab) erwähnten Fällen eine angleichende ist.

Stumpf — alles dies muß hier hervorgehoben werden, weil es, wie sich noch genauer zeigen wird, in konsequenter und entscheidender Weise auch zur Konsonanzfrage seine Stellung bestimmt — betrachtet das ganze Problem der gegenseitigen Modifikation gleichzeitiger Inhalte einseitig unter dem Gesichtspunkte des Kontrastes (siehe im Vorangegangenen S. 358f.). Das hängt theoretisch zusammen mit dem oben charakterisierten methodologischen Mangel gewisser Grundbegriffe seiner Tonlehre: mit der meines Erachtens falschen, dinghaften Objektivierung. Diese Verdinglichung nämlich, das wurde gleichfalls schon erwähnt, erstreckt sich bei Stumpf wie bei zahlreichen Vertretern der exakten Psychologie und Sinnesphysiologie auch auf den Begriff der Empfindung. Alle seine scharfsinnigen theoretischen Ausführungen zu den Erscheinungen akustischer »Täuschung« — die wichtigsten sind oben zusammengestellt — zeigen ein konsequentes und angestrengtes Bemühen: den Begriff der »Empfindung«, dieses Ding an sich der älteren Psychophysik und Sinnesphysiologie, intakt zu erhalten, in seiner substantiellen Geschlossenheit, mit der dingartigen Konstanz seiner Erscheinungen. Dieser Empfindungsbegriff kann selbst für die rein physiologischen Probleme (Verhältnis der nervösen Empfindungsprozesse zu den physikalischen und peripher physiologischen Reizen) nicht länger aufrechterhalten werden: wegen zahlreicher Erscheinungen der Schwelle und andererseits wegen

der auf dem optischen Gebiete sichergestellten, für andere aber hochwahrscheinlichen Tatsache, daß zu den Sinnesapparaten auch zentrifugale Bahnen und Prozesse hinführen[1]). Die Psychologie aber ist noch durch verschiedene andere Gründe genötigt, jenen dogmatischen Empfindungsbegriff aufzugeben oder ganz erheblich umzugestalten; den Begriff, wonach jedem physikalischen oder mindestens jedem physiologischen Reizvorgange (in den peripheren Sinnesapparaten) jederzeit in unveränderlicher Weise die gleiche Empfindung entspreche. Dieser Empfindungsbegriff, der in der zuletzt genannten Form namentlich durch die dogmatische Fassung der »spezifischen Sinnesenergien« bei Helmholtz sich fixierte, hat geschichtlich zunächst gewisse Vereinfachungen in der Beschreibung der Tatsachen ermöglicht. Aber er ist unverträglich mit zahlreichen seither sicher beobachteten Tatsachen des Empfindungslebens. Die wichtigsten dieser Tatsachen sind: die Erscheinungen der Assimilation, und besonders der resultativen Angleichung, — deren einige theoretisch zu wenig beachtete vorstehend angeführt sind.

Akustische Assimilationen im engeren Sinne (unter Mitwirkung der Erfahrung).

Musikalisch und zugleich psychologisch, gerade für die Auffassung der Konsonanz, kommt aber die höchste Bedeutung denjenigen resultativen Angleichungen zu, bei denen die angleichende Wirkung teilweise oder allein von kondensierten Nachwirkungen früherer Erlebnisse ausgeht, wo es sich also zugleich um Assimilationen in jedem Sinne des Wortes handelt. Einige dahin gehörige Fälle sind schon beiläufig erwähnt worden.

Im Kapitel »Der Vorgang der Analyse« meiner Beobachtungen an Zweiklängen bemerkte ich allgemein: die »Stellvertretung des Ähnlichen durch (früher dagewesenes) Ähnliches spielt gerade auf akustischem Gebiete eine große Rolle«. Und weiterhin: Eine in den Diskussionen über die Analyse gleichzeitiger Tonmehrheiten »fast durchweg vernachlässigte Tatsache ist die natürliche Unbestimmtheit und Vieldeutigkeit aller Phantasie- und Gedächtnisbilder« (1, 598f.). Diese Unbestimmtheit und Vieldeutigkeit wächst bekanntlich unter sonst gleichen Umständen mit der zeitlichen Entfernung der originalen Erlebnisse, um deren

[1]) Literatur bei Dittrich a. a. O., S. 159, Anm. 1.

Nachwirkungen es sich handelt. Sie wird ferner wesentlich beeinflußt durch die Anzahl der mehr oder weniger ähnlichen Erlebnisse, deren Nachwirkungen miteinander und gegebenenfalls mit einem neuen Erlebnis zu unanalysierten Einheiten verschmelzen. Nun haben aber die verschiedenen akustischen Erlebnisse keineswegs gleiche Bedeutung für die gesamte Vorbereitung, mit der man einem neuen Gehörseindruck entgegenkommt. Sie wirken auf diesen modifizierend, ergänzend und sehr oft ablenkend ein — mit einem, bildlich zu sprechen, sehr verschiedenen Gewichte: je nach ihrer Häufigkeit, genauer: je nach der Dichtigkeit des schon im Bewußtsein vertretenen Ähnlichen; je nach der Klarheit und Deutlichkeit der einzelnen Erlebnisse, nach ihrer Beachtetheit, ihrem Gefühlswerte usw. In meinen früheren Mitteilungen habe ich darzulegen versucht, wie — gerade auch wegen der Eigenschaften der jeweils vorhandenen Differenztöne — alle hier aufgezählten Faktoren und noch andere dahin zusammenwirken müssen, daß im Bewußtsein, namentlich des musikalischen Europäers, die konsonanten Intervallverhältnisse ein immer wachsendes Übergewicht gewinnen über alle andern, die vollkommensten Konsonanzen wiederum über die weniger vollkommenen, die der Mittellage, mittlerer Stärke und Klangfarbe über die andern usf.[1]). Wer viel (europäische) Musik hört oder gar produziert und reproduziert, für den gilt das Gesagte in entsprechend erhöhtem Maße. Er pflegt von Hause aus empfindlicher zu sein für die hier in Betracht kommenden Ähnlichkeiten und Unterschiede, seine musikalische Erinnerung ist umfänglicher und treuer, seine akustische Phantasie lebhafter; und alles dies verstärkt sich rein erfahrungsmäßig durch Gewöhnung, Übung, musikalische Bildung im Sinne einer immer ausschließlicheren Herrschaft unseres Intervallsystemes über das gesamte musikalische Bewußtsein. Dieses Intervallsystem selbst, das wahrscheinlich mehr als alle sonst bekannt gewordenen auf einer breiten Grundlage rein sinnlicher Bestimmtheiten von Zusammenklängen ruht, es verdankt seine gegenwärtige Gestalt offenbar ebensosehr einer strengen ästhetisch-assimilativen Auslese aus der unbegrenzten Zahl überhaupt möglicher Klänge und Intervalle. Durch diesen in Jahrhunderten vollzogenen Entwicklungsprozeß und durch die zuvor angedeuteten assimilativen Zusammenhänge der individuellen Erfahrung gewinnt die akustische

[1]) Am ausführlichsten 3, 42—54: Assoziative Momente.

Gesamtvorbereitung eines jeden von uns, am meisten aber die des Musikers, erfahrungsmäßig eine sozusagen künstliche Formbestimmtheit, deren Festigkeit und Differenzierung auf keinem andern Gebiete der Sinneswahrnehmung ihresgleichen hat[1]).

Die tatsächliche Folge ist, daß jeder einigermaßen Musikalische beispielsweise einen konkreten Zusammenklang anders wahrnimmt, als er ihn ohne jene mannigfaltigen Erfahrungszusammenhänge wahrnehmen würde. Der gegenwärtige Eindruck wird durch sie assimilativ und resultativ umgestaltet. Und diese Umgestaltung geschieht größtenteils im Sinne einer Angleichung an das herrschende Intervallsystem und überhaupt an die bekannten elementaren Formen unserer Musik.

Wer mit musikalischen Personen oder am eigenen musikalischen Bewußtsein akustische Beobachtungen anstellt, dem begegnen Beispiele dieser Art auf Schritt und Tritt. Bei meinen Analyseversuchen an Zweiklängen wurde die unmittelbare Auffassung gerade der musikalisch geübtesten Beobachter am häufigsten in der genannten Richtung abgelenkt.

Ihnen fiel es z. B. schwerer als den Unmusikalischen, das Stärkeverhältnis zweier gleichzeitiger und deutlich unterschiedener Töne richtig zu beurteilen (d. h. so, wie es die wiederholte, genaueste und kontrollierte Analyse ergibt), wenn diese Töne in harmonischem oder annähernd harmonischem Verhältnis standen; sie waren dann »am ehesten geneigt, den Grundton jedes Akkordes für den stärksten zu halten« (1, 606). Ein assimilativer Einfluß der in der harmonischen Musik gewohnten Grundton- und Baßauffassung war auch sonst mehrfach festzustellen; z. B. hinsichtlich der zeitlichen Folge, in der die Differenztöne bemerkt zu werden pflegten, sich der Beachtung aufdrängten (S. 601, 607 und passim). Hinsichtlich der »harmonisch bedingten Täuschungen«, die schon dort mehrfach als »Angleichungen« bezeichnet wurden, ergab sich allgemein, daß hervorragend musikalische

[1]) Vgl. Jodl, Lehrbuch der Psychologie ² I, 345 f.: »In ganz anderem Grade als auf irgendeinem andern Sinnesgebiete ist auf dem musikalisch-akustischen durch die Kulturentwicklung ein Artefakt der Empfindung geschaffen worden, für welches die Natur kein Äquivalent bietet«.

Beide oben unterschiedenen Entwicklungsprozesse, den völkerpsychologischen wie den individualpsychologischen, im einzelnen zu erforschen, ist die Aufgabe einer genetischen und vergleichenden Tonpsychologie, die zurzeit noch in den ersten Anfängen steht.

Beobachter ihnen in höherem Grade unterworfen sind als andere (a. a. O. 605). Bei jenen hat »die musikalische Phantasie großen Einfluß auf die Analyse. Während z. B. St. [ein besonders Unmusikalischer] von dem Gesamteindruck sofort ins einzelne ging, zu einfachen oder vermeintlich einfachen Teilempfindungen, hielten sich M. und v. V. [die beiden musikalisch begabtesten und geübtesten Beobachter] uznächst und möglichst lange an bekannte musikalische Tongestalten (die für die Vorstellung der musikalisch Ungeübten gar nicht — oder doch nicht gesondert und deutlich — existieren); sie urteilten etwa, und zwar meistens mit überraschender Schnelligkeit: ‚die große Terz unter dem Grundton ist vorhanden' oder ‚ich höre einen Quartsextakkord', ‚eine Oktave und darüber eine Quinte' u. dgl. Da nun bei gleichmäßiger Auswahl der vorgelegten Intervalle solche musikalischen Kategorien nur ausnahmsweise genau zutreffen, stellt die spezifisch musikalische Übung eine Quelle besonderer Täuschungen dar. Ein musikalisch erfahrener Beobachter erkennt z. B. bei zwei Differenztönen, die miteinander nahezu eine Oktave bilden, viel schneller und sicherer, daß zwei Töne von diesem ungefähren Verhältnis vorhanden sind, als ein Unmusikalischer; aber er fühlt sich bei dem Versuche, beide Töne qualitativ genau zu bestimmen, durch die harmonische Beziehung mehr gestört, als ein akustisch geübter Unmusikalischer, wenn der einmal die Zweiheit der Töne erkannt hat. Die Unmusikalischen kommen von der natürlichen, undifferenzierten Einheit jedes Tonkomplexes schwerer los; musikalisch Geübte stehen vorzugsweise und mehr unter dem Einfluß harmonischer Einheiten und erworbener Formen.« (Es folgen weitere hierher gehörige Beispiele.)

Verwandte Beobachtungen an Tonfolgen berichtet Stumpf in seiner schon zitierten, überaus lehrreichen Studie »Tonsystem und Musik der Siamesen« (a. a. O. 100f. und 111): »Es ist mir übrigens bei den eigenen Versuchen an siamesichen Instrumenten eine Eigentümlichkeit des Gehörs, die früher schon meine Aufmerksamkeit erregte[1]), in hohem Maße aufgefallen: daß es nämlich in der Auffassung der Intervalle starker Akkommodationen fähig ist;

[1]) Hinweis auf die oben nach Stumpf wiedergegebenen Fälle der »Akkommodation« von Empfindungen an andere gleichzeitige. — Im weiteren werden noch ganz analoge Beobachtungen von Ellis und Land über die Auffassung javanischer Intervalle herangezogen.

bestimmter ausgedrückt: daß es diejenigen Töne und Intervalle hineinhört, die seiner Gewöhnung unter den vorliegenden Umständen am besten entsprechen. Dies geht hier so weit, daß wir dieselbe neutrale Terz einmal deutlich als große, ein anderes Mal deutlich als kleine fassen. Wenn man, von einer Taste des Ranat ausgehend, sukzessive die dritte und fünfte anschlägt, so glaubt man einen offenbaren Durdreiklang zu hören, den man vielleicht nicht als vollkommen rein erkennt, über dessen Durcharakter man aber nicht im Zweifel ist. Schlägt man dann weiter die dritte, fünfte und siebente Taste an, so hört man ebenso deutlich einen Molldreiklang, obschon das Verhältnis der Töne genau dasselbe ist wie vorher.«

Das Instrument, eine Harmonika aus abgestuften Stäben von Bambusholz, war, im Sinne des siamesischen Musiksystems, nach einer gleichschwebend temperierten siebenstufigen Leiter gestimmt; es entsprach also tatsächlich innerhalb der Oktave keines der objektiv vorhandenen Intervalle den unsrigen.

»Die Ursache kann nur darin liegen, daß wir unsere Leitervorstellung, und zwar in erster Linie die der maßgebenden Durleiter, mit hinzubringen und die fremden Intervalle danach interpretieren. Wir hören also *c-e-g*, *e-g-h*.« Sogar der Gefühlscharakter war im Sinne der hineingehörten Intervalle modifiziert.

Dabei ist zu bedenken, daß das Intervallurteil und die Reinheitsauffassung bei den gebräuchlichen Intervallen unseres Musiksystems an sich in der Tonfolge noch viel genauer ist als beim Zusammenklang; freilich auch: daß die Töne des Ranat rasch verklingen. Stumpf weist noch darauf hin, daß alle Reisenden, die bisher siamesische Weisen aufgeschrieben haben, deren neutrale — also zwischen unserer großen und kleinen liegende —, sehr konstant abgestimmte Terz ohne weiteres als Durterz aufgefaßt und übereinstimmend so notiert haben[1]).

Bei Stumpfs und Meyers Maßbestimmungen über die Reinheit konsonanter Intervalle zeigte sich für die (ohne Ausnahme hervorragend musikalischen) Beobachter der subjektive Reinheitspunkt gegenüber dem physikalischen häufig in gesetzmäßiger Weise abgelenkt. Am auffallendsten waren diese Ablenkungen bei der großen und

[1]) Über Intervalle der exotischen Musik und ihre Auffassung s. Weiteres 3, 248ff.

kleinen Terz. Stumpf faßt die zahlenmäßigen Ergebnisse psychologisch dahin zusammen (Beiträge 2, 104 f.), daß im allgemeinen die musikalische Gesamterfahrung ein Bedürfnis nach Kontrastierung der beiden Terzen erzeuge, so daß bei objektiv reiner Abstimmung die große Terz etwas zu klein, die kleine zu groß erscheine. Tatsächlich wurde im unwissentlichen Verfahren dies im allgemeinen beobachtet; eine objektiv etwas vergrößerte Durterz und eine objektiv verkleinerte Mollterz wurde durchschnittlich als das reine Intervall aufgefaßt. Ging aber den Versuchen mit der kleinen Terz eine ganze Versuchsreihe mit der großen unmittelbar vorher, so verminderte sich bei der kleinen Terz der Abstand des subjektiven vom objektiven Reinheitspunkte, ja einer der Beobachter (Stumpf) verlangte dann regelmäßig eine Vergrößerung auch der kleinen Terz. Diesen Einfluß der unmittelbar vorangegangenen Versuche führt Stumpf, durch seine Selbstbeobachtung bestärkt, auf eine »Umstimmung des akustischen Geschmackes« zurück. Es scheine dann »eine Gewöhnung an scharfe Intonation zu wirken und das Bedürfnis ausdrucksvoller Kontrastierung dagegen zurückzutreten. Eine gegebene reine Mollterz erscheint dann also zu klein«[1]). Die geschilderten Verschiebungen der Reinheitsauffassung geschahen unwillkürlich, und ohne daß man sich darüber Rechenschaft gab oder auch nur geben konnte. In allen diesen Fällen handelt es sich, wie man sieht, um Assimilationswirkungen — im zweiten um eine resultative Angleichung an das kurz zuvor Erlebte.

In der Musik der Japaner spielt, wie in der siamesischen, die Harmonie eine sehr geringe Rolle; auch sie enthält dementsprechend zahlreiche für uns fremdartige Intervalle. Abraham und v. Hornbostel, die ihr die bisher eindringendste Untersuchung gewidmet haben[2]), beobachteten an sich selbst, daß die treue, unmodifizierte Auffassung der japanischen Melodien dem europäischen Hörer große Schwierigkeiten bereitet. Es bedarf dazu einer Umstimmung des

---

[1]) Genaueres wird über die zeitliche Folge der einzelnen Versuchsreihen nicht mitgeteilt. Es wäre interessant zu erfahren, und nötigenfalls besondere Versuche darüber anzustellen, ob auch unmittelbar nach einer ersten Versuchsreihe mit der Mollterz die objektiv reine Durterz entsprechend größer oder gar als zu groß erscheint.

[2]) Sammelbände der Internat. Musikgesellsch. IV (1903) Heft 2: Studien über das Tonsystem und die Musik der Japaner (S. 39).

erworbenen akustischen Bewußtseins. Eine aharmonische Auffassungsweise muß erlernt werden. Erst nach monatelangem Studium gelang es ihnen, die dargebotenen Töne einfach zu hören, ohne Harmonisierungsversuche, »ohne unsere harmonischen Vorstellungen dazu zu tun«. Insbesondere ist jeder Europäer lange Zeit geneigt, auch in die japanische Musik unsere Dur- und Mollauffassung hineinzutragen; und in dieser Beziehung erfuhren die beiden genannten, sehr geübten Akustiker immer wieder, »daß wir, sobald die Melodieführung irgendwelche Vergleichspunkte bietet, in die gewohnte Auffassung zurückfallen«. Sie kommen neuerdings zu dem Ergebnis[1]), daß ohne die Anwendung exakter Messungsmethoden diese assimilativ bedingte Fehlerquelle (der harmonischen Angleichung und überhaupt des Hineinhörens der erworbenen Formen unserer Musik) beim Studium fremder Musik gar nicht zu eliminieren sei. Noch schwerer als bei der Auffassung ganzer Melodien »gelingt das Aufgeben unserer musikalischen Gewohnheiten bei einzelnen Intervallen; wir messen alle Intervalle nach den uns gewohnten Tonschritten, nach halben und ganzen Tönen, Terzen usw.«.

Wer jemals mit europäischen Beobachtern Versuche über Tondistanzen angestellt hat, über die wahrgenommene Gleichheit oder Ungleichheit zweier Tonschritte, über die qualitative Empfindungsmitte zwischen zwei Tönen, der stößt überall, selbst wenn die vorgelegten Tonschritte erheblich von den in unserer Musik gebräuchlichen abweichen, auf konstante Ablenkungen der Auffassung in dieser Richtung. Stumpf, der als einer der ersten auf die durch die musikalische Erfahrung bedingten Schwierigkeiten des Distanzurteils aufmerksam gemacht hat, bemerkt dazu (Tonpsych. I, 249f.; ähnlich für Zusammenklänge II, 403): »das Hindernis liegt offenbar darin, daß musikalisch Geübte, die doch allein ein feineres Urteil haben könnten, beständig durch die Intervallenskala irre werden. Sie können von dieser, die sich ihrem Bewußtsein unauslöschlich eingeprägt hat, nicht willkürlich abstrahieren, tragen die Leiter stets im Kopfe; und die Anweisung, sie nicht zu gebrauchen, macht sie beinahe ratloser als die Unmusikalischen. Auch wenn man Distanzen wählt, die mit keinem Intervall zusammenfallen, z. B. Töne von den Schwingungsverhältnissen

[1]) Zeitschrift für Ethnologie 36 (1904), 226f.

71:97:111, so wird es nichts helfen; der Musiker wird die erste Distanz als unreine Quarte, als Annäherung an den Tritonus, die zweite als einen zu großen Ganzton beurteilen«[1]).

Schließlich gehören in den gegenwärtigen Zusammenhang, d. h. zu den im engeren Sinne assimilativ bedingten akustischen Täuschungen einige von Abraham und Schaefer mitgeteilte Beobachtungen bei sehr rascher Folge mehrerer Töne[2]). Natürlich gibt es hier jedesmal eine zeitliche Grenze, unterhalb deren die Töne überhaupt in keiner Weise erkannt werden. Eine vollständig korrekte Erkennung der aus vier bis fünf Tönen bestehenden musikalischen Figuren war erst möglich, wenn jeder Ton durchschnittlich mindestens $^1/_{10}$ Sekunde dauerte. Zwischen diesen beiden Grenzen wurden die Töne nach verschiedenen Richtungen verkannt, nach ihrer Anzahl, ihrer absoluten und relativen Höhe. Hierbei zeigte sich nun, »daß die dem musikalischen Ohr ungewohnteren Tonkombinationen unrichtiger beurteilt wurden und die Neigung bestand, sie in bekanntere umzudeuten«. Die beiden hochmusikalischen und mit einem sicheren absoluten Tonbewußtsein begabten Beobachter glaubten z. B. wiederholt und übereinstimmend, statt der vorhandenen recht verschiedenen Tonfolgen die ihnen geläufigeren des kleinen Septimenakkordes zu hören.

Alle in diesem Kapitel vereinigten Beispiele akustischer Assimilation und Angleichung werfen theoretisches Licht auf die im Eingange des letzten Abschnittes erwähnten assoziativen Faktoren der Konsonanzauffassung. Zwischen den verschiedenen Erlebnissen der Konsonanz und Dissonanz bestehen sehr mannigfaltige, aufzeigbare Zusammenhänge der Erfahrung und der Erfahrungen verbindenden Ähnlichkeit. Diese empirischen Zusammenhänge sind hier ganz besonders zahlreich, innig und gesetzmäßig abgestuft. Es wäre von vornherein nach allen sonst in der Psychologie geltenden Anschauungen überaus unwahrscheinlich, daß sie nicht die Auffassung jedes einzelnen Klanges oder Tonschrittes wesentlich beeinflussen sollten,

---

[1]) Ähnlich Beiträge 3, 93; dazu die Bemerkung: »Selbst Unmusikalische hören genug Musik, um unwillkürlich durch solche Gewohnheiten bestimmt zu werden«.

[2]) Stumpfs Beiträge 3, 17ff. — Eine Fortsetzung der Versuche, sowie der von den Verfassern vorher beschriebenen Untersuchungen über die Trillerschwelle, wäre wünschenswert: auch mit musikalisch ganz ungebräuchlichen Tonverhältnissen.

um so mehr, je reicher die musikalische Vorbereitung des Hörenden ist. Einige von diesen Erfahrungszusammenhängen der Konsonanz habe ich in meiner Untersuchung über »Differenztöne und Konsonanz« genauer beschrieben[1]); andere ergeben sich schon aus den vorstehend angeführten Beispielen von besonders auffallenden Modifikationen der Intervallauffassung.

Diese Beispiele sind mit Absicht vorzugsweise den Untersuchungen Stumpfs entnommen; ja ich habe mich bemüht, mit einiger Vollständigkeit zusammenzustellen, was an hierher gehörigen Tatsachen Stumpf und seinen Schülern nicht entgangen ist[2]). Aber die theoretische Deutung und Verknüpfung der genannten Tatsachen, deren psychologische Wichtigkeit Stumpf, wie wir sahen, selbst hervorhebt, bleibt bei ihm überall unzureichend. Sie muß es bleiben, solange Stumpf an den dinghaften und intellektualistischen Begriffen festhält, auf die seine Tonpsychologie großenteils basiert ist. Neben den »Empfindungen«, deren objektivistische Fassung schon gelegentlich der primären Angleichungserscheinungen hervorzuheben war, kennt diese Psychologie, ähnlich der Brentanoschen, im wesentlichen nur noch: Gefühle (worauf ich sogleich zurückkomme), einzelne, gesondert im Bewußtsein vorfindbare Erinnerungsbilder und schließlich: Urteile über alle diese Bewußtseinsinhalte. Wenn die Empfindungen nicht so genau und konstant den physischen Reizen zu entsprechen scheinen, wie es der vorausgesetzte starre Empfindungsbegriff fordert, und wenn Erinnerungsbilder explizite neben den »Empfindungen» nicht nachzuweisen sind, so wird jedesmal eine »Urteilstäuschung« angenommen, — selbst in den Fällen, wo keinerlei Urteile im Bewußtsein überhaupt vorzufinden sind.

Akustische »Gefühle« und Assimilation.

Die Unzulänglichkeit dieser Begriffe zur vollständigen Beschreibung der allermeisten Tonerlebnisse kommt bei Stumpf darin zu lehrreichem Ausdruck, daß er den Begriff des Gefühls in ungewöhnlicher Weise, und noch neuerdings mehr und mehr erweitert.

---

[1]) S. die oben angeführten Stellen; wir werden von verschiedenen Seiten her darauf zurückgeführt werden.

[2]) In den Tonlehren von Lipps sucht man ähnliche Beobachtungen vergebens. Das erklärt sich aus seiner Geringschätzung des Experiments und andererseits aus seinen genannten und noch zu erörternden theoretischen Grundanschauungen.

In den bisher vorliegenden beiden Bänden der Tonpsychologie haben die Erörterungen über die Gefühle fast alle die — dem wissenschaftlichen Psychologen wohlverständliche — Tendenz, der populären Genügsamkeit entgegenzuarbeiten, die psychologisch höchst Verschiedenes ohne weiteres aufs »Gefühl« zurückführt: die Unterscheidung der Tonhöhen, die Auffassung und Beurteilung von Tonmehrheiten, die Konsonanz u. dgl. »Wie denn der Mensch überhaupt, wenn er psychologisch und metaphysisch überfragt wird, sich gern mit dem ‚Gefühle' hilft« (I, 178). Im Anfang des Werkes (88) wird der Gefühlsbegriff geradezu auf »Lust oder Unlust« eingeschränkt[1]). Aber es gibt für Stumpf doch zahlreiche akustische »Gefühle«, die mit Lust oder Unlust gar nichts unmittelbar zu tun haben. Jedem einfachen Tone soll ein »Tongefühl« konstant anhaften, das mit der Tonhöhe parallel sich ändere, und auf Grund dessen wir die tiefen Töne als dumpf oder dunkel, die hohen als scharf oder hell bezeichneten[2]). Nach Stumpf ist ferner die Aufmerksamkeit, die er mit dem Interesse identifiziert, ein Gefühl, und zwar eine nicht weiter zurückführbare Art des Lustgefühls (I, 67ff., 83 Anm., 227, 289; II, 345). Von den Tongefühlen unterscheidet Stumpf des weiteren »Klanggefühle« und »durch das Zusammenklingen als solches entstehende Gefühle« (I, 227, 240, II, 83, 204ff.). Die einen, die er auch als »elementare oder rein sinnliche Klanggefühle« charakterisiert, sind, soviel ich sehe, gleichbedeutend mit der bei zusammengesetzten Klängen erlebten und diese für die Wahrnehmung unterscheidenden Komplexqualität, die man sonst, unzweideutiger, als Klangfarbe bezeichnet; die andern seien durch die »Wahrnehmung von Verhältnissen« gleichzeitiger Töne oder [noch andere] »durch die beim Zusammenklingen auftretenden spezifischen Phänomene bedingt, einerlei ob Analyse und Wahrnehmung der Verhältnisse stattfindet oder nicht« (II, 206).

Es heißt weiter: »Die Schwebungen sind solche Phänomene, und die einzigen, die hierbei [d. h. als Ursache der Verschmelzung, was aber abgewiesen wird] in Betracht kämen«.

Ich habe die den Zusammenklängen als solchen zukommenden und sie für die Wahrnehmung primär charakterisierenden Eigenschaften auf Grund der experimentellen Beobachtung genauer zu beschreiben versucht, auch hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Gefühle im engeren Sinne, d. h. für die relative Annehmlichkeit der Zusammenklänge. Jene Qualitäten der Zusammenklänge sind psychologisch nicht anders aufzufassen als die Klangfarben der Einzelklänge, die räumlichen Gestalten, die Melodien und alle die zahllosen Fälle, wo einem zusammengesetzten Ganzen als solchem, abgesehen von allen Eigenschaften seiner Teile, bestimmte Qualitäten

[1]) Eine Einschränkung, zu der man durch die mißbräuchlichen »Gefühls«-Begriffe immer wieder, wenigstens vorübergehend, gedrängt wird. Vgl. 3, 243. — Stumpf namentlich auch in der Konsonanzfrage: Tonps. II, 151, 141; Beiträge 1, 30ff.

[2]) Tonps. I, 177, 202, 295f. (das Gedächtnis für Tongefühle soll mit dem Tongedächtnis zusammenfallen), 420; II, 527, 530. — Meines Erachtens handelt es sich, soweit wirklich die »Tongefühle« Eigenschaften der einzelnen Töne sind, vielmehr um qualitative Momente, analog den Sättigungen der Farben.

unmittelbar anhaften. Hierher gehören auch die von Stumpf (I, 88) statuierten »Übergangsgefühle« bei jeder Tonfolge. Im Falle der Zusammenklänge sind diese Komplexqualitäten nicht nur durch Schwebungen oder deren Fortfall, sondern auch durch andere »spezifische Phänomene« bedingt — nachbarliche Verschmelzungen, qualitative, intensive und zeitliche Eigenschaften der Teiltöne, Geräusche u. dgl. Und die so bedingten Qualitäten der Zusammenklänge werden nicht als etwas Gesondertes erlebt neben den durch die »Tonverhältnisse« im engeren Sinne bedingten; sondern die unmittelbar gegebene, jeden Zusammenklang charakterisierende Komplexqualität beruht auf dem Zusammenwirken aller hier genannten und noch anderer, namentlich assoziativer Momente. (Vgl. namentlich 1, 617 ff.; 3, 239ff., 27—80; s. oben S. 368f.)

Endlich bezeichnet Stumpf als »Gefühle« gewisse akustische Tatbestände komplexer Art, die durch Nachwirkungen früherer Erlebnisse assimilativ bedingt sind.

Im ersten Bande der Tonpsychologie (S. 303 f.) berichtet er über eigene Versuche: 15 annähernd gleich dicke Darmsaiten nacheinander durch Zupfen paarweise unison auf a^1 zu stimmen. Die letzte geriet jedesmal »schon weit übermerklich zu hoch«; schätzungsweise $^1/_8$ bis $^1/_4$ Ton höher als die erste. Für die hier hervortretende Tendenz, den zweiten Ton jeweils zu niedrig zu schätzen, vermutet er folgenden »speziellen Grund«: »Der Violinspieler fürchtet, wenn er auch keinen Unterschied mehr finden kann, doch eine unmerkliche Differenz nach der tieferen Richtung mehr als nach der höheren, da die Saite doch notwendig nachher um ein Minimum nachgibt. Durch dieses Gefühl wird denn auch, wie es scheint, das Urteil über die bereits vorhandene Höhe unwillkürlich und gewohnheitsmäßig beeinflußt. Durch Vervielfältigung wird der im einzelnen Falle unmerkliche Betrag merklich. Vielleicht hängt damit auch teilweise der Umstand zusammen, daß die Schwingungszahl des a^1 in nicht ganz zwei Jahrhunderten um mehr als 50 Schwingungen, das ist mehr als einen ganzen Ton, gestiegen ist, bis sie durch Übereinkunft fixiert wurde ...« Neuerdings hat Stumpf mit Meyer nicht nur bei großen Terzen (s. oben S. 371f.), sondern auch bei Quinten und Oktaven, namentlich bei aufsteigender Tonfolge eine Neigung zur Vergrößerung festgestellt; und dieser konstante Fehler der Reinheitsauffassung wuchs mit der Größe der genannten Intervalle. Zur Erklärung zieht nun Stumpf ein dem vorigen verwandtes, erfahrungsmäßig erworbenes »Motiv« mit heran; es entstammt der Technik des Singens: »Der Sänger und mit ihm der Hörer fürchtet eine zu tiefe Intonation bei aufsteigenden Intervallen mehr als eine zu hohe, einfach weil die Gefahr des Detonierens infolge der natürlichen Trägheit des Organs und bei höheren Lagen infolge der erforderlichen Anstrengung größer ist als die Gefahr zu hoher Intonierung« (Beiträge 2, 84ff., 161. Vgl. Meyer, ebenda 83). Und analog wie bei den vorhin genannten Stimmversuchen rekurriert Stumpf hier auf ein spezifisches »Gefühl.« Aber der Gefühlsbegriff wird jetzt außerordentlich erweitert.

Ein »Reinheitsgefühl« soll die unmittelbare Auffassung von der Reinheit oder Unreinheit der Intervalle ursprünglich bestimmen, — ein Gefühl, das primär als Unlustgefühl bestimmter Art bei der Abweichung eines Intervalls vom subjektiven Reinheitspunkte sich einstelle; solche Reinheitsgefühle sollen insbesondere allen Reinheitsurteilen als Ursache zugrunde liegen, und Stumpf bemerkt hierzu: »Ich gestehe, daß mir dieses, meinen ursprünglichen Anschauungen entgegengesetzte Ergebnis als das wichtigste dieser Untersuchung erscheint, da es zu neuen wesentlichen Gesichtspunkten hinführt« (155ff.).

Die »Tonpsychologie« hatte überall die Gefühle als sekundäre, mittelbare und trügerische Kriterien der Tonurteile dargestellt. Mit Ausnahme des »Gefühls« der Aufmerksamkeit galten hier die Gefühle als »im allgemeinen der Objektivität des Urteils nachteilig« (I, 227, 240; II, 81ff. u. pass.). Jeder Versuch, die Erscheinungen der Analyse, der Verschmelzung gleichzeitiger Töne und verwandte wesentlich auf Gefühle zurückzuführen, wurde entschieden abgelehnt; das erste, weil der gefühlsartigen Anmutung eines Klanges, »als wäre er zusammengesetzt und sogar in bestimmter Weise zusammengesetzt, gewisse Erfahrungen vorausgehen müssen«; das zweite, weil »der Charakter und Gefühlswert eines Intervalls zwar mit seinem Verschmelzungsgrad zusammenhängt, aber doch nicht bloß mit diesem«, und besonders weil die relative Annehmlichkeit der Intervalle nicht einfach und ausschließlich von ihrem Konsonanzgrade abhängt (II, 83, 141; vgl. Beiträge 1, 30ff.).

Die neue Lehre von den »Reinheitsgefühlen« setzt sich in einen scharfen, wiederholt ausgesprochenen Gegensatz zu der früheren absolutistischen Verschmelzungstheorie. Die »Verschmelzung« wird zwar noch als »das primäre Merkmal des Intervallbegriffs« bezeichnet[1]). Aber die Verschmelzung könne so wenig wie die sonst noch von Stumpf früher herangezogenen Bewußtseinsmerkmale der Intervalle die tatsächlich nachgewiesene Feinheit der Intervallauffassung erklären, sie sei selbst nicht entfernt so fein abgestuft wie diese. Zweitens versagt der alte Verschmelzungsbegriff gegenüber den vorgefundenen Modifikationen der Reinheitsauffassung (s. oben); insbesondere weicht die Ordnung der Intervalle nach der jetzt genauer gemessenen Empfindlichkeit ihrer Reinheitsbeurteilung erheblich von

[1]) Beiträge 2, 155. Vgl. ebenda 1, 69: »Die musikalischen Intervalle sind also in erster Linie durch den Verschmelzungsgrad ihrer Töne festgelegt«.

der Ordnung der »Verschmelzungs-« und daher auch der Konsonanzgrade ab (Beitr. **2**, 155, 157, 165).

Diese durch die Tatsachen »erzwungene« Selbstrevision der Stumpfschen Tonlehre bedeutet ohne Zweifel einen wichtigen theoretischen Fortschritt. Sie erschüttert, wie man sieht, den dogmatischen Absolutismus des alten Verschmelzungsbegriffs und kann daher auch für die Konsonanztheorie nicht ohne Folge bleiben. Sie durchbricht ferner, zugunsten unmittelbar vorgefundener Bewußtseinstatbestände, den Intellektualismus, der das spezifisch Psychische überwiegend in Urteilsvorgängen suchte und die Psychologie in eine »experimentelle Urteilslehre« zu verwandeln geneigt schien.

Die Theorie der »Reinheitsgefühle« ist im Grunde auch unverträglich mit dem dinghaften Empfindungs- und Erinnerungsbegriff: denn diese sogenannten Gefühle sind, genau betrachtet, nichts anderes als Wahrnehmungserlebnisse von sehr bestimmter und fein abgestufter Komplexqualität, Erlebnisse, die zwar nicht selten von mehr oder weniger lebhaften eigentlichen Gefühlen begleitet sind, deren Eigentümlichkeit aber vielmehr darin besteht, daß sie, wie alle komplexeren Wahrnehmungen, innige assimilative Verbindungen darstellen zwischen dem gegenwärtig Empfundenen und den kondensierten, nicht unterschiedenen Nachwirkungen zahlreicher früherer Erlebnisse; ferner eben darin, daß ihnen, wie allen Komplexen überhaupt, spezifische und unmittelbar, d. h. ohne jede Analyse oder Vergleichung zu erlebende (»Komplex-«) Qualitäten, über die Eigenschaften aller ihrer Teile hinaus, zukommen (**3**, 241 ff.; 27 ff.).

In dieser Richtung (die ich seit mehreren Jahren verfolge) muß die psychologische Theorie der Intervalle und ebenso der Konsonanz noch erheblich weiter umgestaltet werden. Dadurch erst wird ein theoretisch durchsichtiger und haltbarer Zusammenhang sich ergeben zwischen jenen Beobachtungen zur Reinheitsauffassung und vielen andern, psychologisch nahe dazugehörigen Tatsachen, als da sind: Wahrnehmung der Konsonanz und der spezifischen Charaktere von Tonschritten, Klängen und Zusammenklängen, dadurch ausgelöste Gefühle, auf alles dies bezogene Erinnerungen und Urteile.

Nach Stumpf hängen die neu eingeführten Reinheits- oder Unreinheitsgefühle »prinzipiell nicht zusammen mit dem Intervallgefühl, dem eigentümlichen Charakter der einzelnen Intervalle . . . sondern [?]

sie zeigen bei allen Intervallen immer nur die nämlichen zwei Qualitäten ‚scharf' [bei subjektiv zu großen —] und ‚matt' [bei zu kleinen Intervallen]«. Die Befriedigung an der subjektiven Reinheit sei »gleichfalls bei allen Intervallen qualitativ die nämliche. Alles qualitativ Verschiedene im Gefühlseindruck reiner Intervalle fließt aus andern Quellen; und wenn wir auch bei dem wohltuenden Eindruck einer reinen Terz nicht zwei verschiedene Gefühle gesondert nebeneinander haben, ein Intervallgefühl und ein Reinheitsgefühl, so muß doch in der Theorie die Unterscheidung gemacht werden.« In besonderen Fällen könne allerdings »das Intervallgefühl trotz der prinzipiellen Unabhängigkeit auf das Reinheitsgefühl Einfluß üben«. So sei es bei der kleinen Terz, wo deutlich als solche aufgefaßte Verkleinerungen mit einem relativ geringen Unlustgefühl verbunden sind (a. a. O. 156).

Hier droht ein Rückfall in die alte isolierende Verdinglichung der psychologischen Begriffe. Ein und derselbe psychische Tatbestand kann doch verschiedene qualitative Bestimmtheiten besitzen und daher mit andern in verschiedener Hinsicht vergleichbar sein. Eben dies ist der Fall, wenn ich ein konkretes Erlebnis, wie die Wahrnehmung einer wenig vergrößerten Terz, einerseits als »süß« (Stumpfs spezifisches Intervallgefühl), andererseits als »rein« oder vielleicht »etwas scharf« beschreibe, zum dritten als »angenehm« (hierbei spricht jedesmal die Rücksicht auf den Gesamtzustand des Bewußtseins mit). Das sogenannte Reinheitsgefühl erwies sich feiner abgestuft als alle von Stumpf früher geltend gemachten Merkmale oder Kriterien der Intervalle für sich allein, namentlich auch als die »Verschmelzung«, — wie dieser Begriff aus den obenerwähnten »Verschmelzungsversuchen« gewonnen und mit der Konsonanz identifiziert worden ist. Darum, schließt nun Stumpf, habe das Reinheitsgefühl auch mit jenen Kriterien, insbesondere mit der Konsonanz, wesentlich nichts zu tun. — »Es sind nur die groben Abstufungen zwischen den Hauptklassen der Intervalle nach Konsonanz und Dissonanz, die so [nämlich durch die ‚Verschmelzung'] fixiert werden.« — Hier wäre vor allem wieder zu fragen, ob denn jene Methode (der halbanalytischen Mehrheits- und Einheitsbeurteilung durch Unmusikalische) alle Unterschiede der Tonverschmelzung oder gar der Konsonanz aufgedeckt habe. Vergleichende und messende Versuche mit Hochmusikalischen über den unmittelbaren Eindruck der Konsonanz oder der

Einheitlichkeit von Intervallen fehlen noch. Zweitens aber ist das in Frage stehende Zusammenwirken verschiedener Faktoren zu einem einheitlichen Effekt psychologisch niemals wie eine mechanische Summation isolierter Atombewegungen zu denken. Sondern das Ganze ist psychologisch immer mehr als die Summe seiner Teile; und die Qualitäten, die psychischen Komplexen als solchen zukommen, sind sehr oft feiner abgestuft, schärfer charakterisiert als die Eigenschaften aller darin enthaltenen Elemente und Teilkomplexe. Ich erinnere an die Beobachtungen bei kurzer (tachistoskopischer) Darbietung von Gesichtsobjekten, wo ein ganzes Wort früher erkannt und wiedererkannt wird als eine gleich große, ja kleinere Anzahl unzusammenhängender Buchstaben; an die analogen Erscheinungen bei rhythmisch gegliederten bzw. ungegliederten Schallfolgen u. dgl.: überall hängt das psychologische Verständnis an der Würdigung der (spezifischen) Komplexqualitäten und zugleich — der Assimilationen.

Zur Frage der Reinheitsgefühle bemerkt Stumpf selbst: »Der Rekurs auf ein eigenes Reinheitsgefühl hat für den erklärungsbedürftigen Psychologen etwas Widerstrebendes; insofern man die verrufene Erklärungsweise darin finden könnte, die für jede Erscheinung eine besondere Kraft statuiert. Doch liegt die Sache hier etwas anders. Gefühle sind nicht hypothetische Kräfte, sondern beobachtbare Wirklichkeiten, und das Vorhandensein eines Reinheitsgefühls ist ganz zweifellos« (a. a. O.). Sicherlich ist die Theorie ausgegangen von wichtigen und genau festgestellten Tatsachen. Hochmusikalische Beobachter haben mit überraschender Feinheit und Konstanz kleine Verstimmungen der ihnen geläufigsten konsonanten Tonschritte als scharf, spannend, überreizt, beziehungsweise (die subjektiv verkleinerten Intervalle) als matt, schal, stumpf bezeichnet. Daß es sich dabei, wie weit und in welchem Sinne, um Gefühle handle, ist natürlich nicht mehr zweifellos. Selbst die qualitative »Gleichheit des Scharfen und des Matten« bei allen Intervallen ist mir zweifelhaft; man darf ja nicht vergessen, daß jene Musiker eine aufs höchste gesteigerte Fähigkeit besaßen, musikalische Eindrücke vergleichend und abstrahierend in Gedanken zu verarbeiten; hier müßten auch weniger musikalische Personen auf ihre Selbstbeobachtung hin systematisch befragt werden. — Aber Stumpf fährt fort (a. a. O.): »Die Frage

kann nur sein, ob es [‚das Reinheitsgefühl'] die Folge des Reinheits- (bzw. Unreinheits-)Urteils ist oder seine Ursache«. Er entscheidet sich aus den angegebenen Gründen für die zweite Annahme. Er fragt im weiteren noch nach der »Entstehung des Reinheitsgefühls selbst« und teilt darüber mit Reserve einige »Ideen« mit, wonach das Reinheitsgefühl zwar durch individuelle Übung außerordentlich gesteigert werden könne, überwiegend aber auf einer angeborenen Mitgift beruhe[1]); phylogenetisch sei vielleicht das Intervallurteil das Primäre und das Gefühl die Folge davon. Beide Fragestellungen sind meines Erachtens nicht unzweideutig und bei Stumpf nicht ganz unabhängig von hypostasierten Begriffen. Die Hauptfragen aber scheinen mir die zu sein: ob jenes »Reinheitsgefühl« noch analysierbar, in aufzeigbare Teilinhalte und deren Relationen zerlegbar ist; wie es (oder seine Teile) mit andern akustischen Tatbeständen funktionell zusammenhängt; und wie es zu den Gefühlen im engeren Sinne des Wortes sich verhält.

Die dringend notwendige theoretische Abgrenzung des Gefühlsbegriffs habe ich in meiner vorigen tonpsychologischen Arbeit, nach dem Vorgange von Cornelius, folgendermaßen versucht[2]): »Gerade die akustischen Tatsachen scheinen mir zu der Auffassung hin zu drängen, wonach die Gefühle gar keine besonderen Inhalte neben den sogenannten ‚objektiven' Inhalten des Bewußtseins sind, sondern: Eigenschaften oder Qualitäten des (jeweiligen) **Gesamt**bewußtseinsinhaltes. — Daraus erklärt sich die Möglichkeit einer Variabilität des Gefühlscharakters bestimmter Intervalle: kein Teilinhalt des Bewußtseins und kein Komplex von Teilinhalten kann völlig konstant mit dem gleichen Gefühle verbunden sein, weil das Gefühl jederzeit auch von den übrigen, gesonderten wie verschmolzenen, Inhalten des Bewußtseins und deren Eigenschaften bestimmt ist. Damit hängt es ferner zusammen, daß schon die populäre Psychologie der Unterordnung aller Gefühle unter die Begriffe ‚Lust — Unlust' zu widerstreben

---

[1]) In Beitr. 3, 97 wird auch den Siamesen ein analoges Reinheitsgefühl zugeschrieben, ein charakteristischer Gefühlswert namentlich für ihre (bedeutend vergrößerte) Quarte und für die einfache Tonstufe ihres Tonsystems (= 1,7 unseres temperierten Halbtons).

[2]) 3, Kapitel »Fragestellung«, S. 241 ff. Vgl. 1, 617 ff.; 3, 27 ff. — Der hier vertretene, zuerst von Cornelius formulierte Gefühlsbegriff ist freilich noch nichts weniger als allgemein anerkannt. Die Zahl der Psychologen, die ihm nahe stehen, scheint mir aber in den letzten Jahren gewachsen zu sein; ich rechne dahin zahlreiche theoretische Ausführungen von James und neuere von Dittrich, Külpe, Lipps, Marbe (Begriff der »Bewußtseinslage«) und Wundt.

pflegt, daß sie sogar von einem ‚Gefühl' der Wahrheit, der Zusammengehörigkeit, der Bekanntheit auch da redet, wo es auf Unterschiede der Annehmlichkeit gar nicht ankommt; immer handelt es sich dabei um Eigenschaften komplexer und im einzelnen nicht analysierter Inhalte . . . Tonempfindungen werden wie alle psychologischen Einzelheiten tatsächlich immer in Komplexen erlebt; und Komplexe haben ihre besonderen Eigenschaften über die Eigenschaften ihrer Teile hinaus. So kommt auch jedem wahrgenommenen Zweiklange, abgesehen von seiner größeren oder geringeren Annehmlichkeit, eine charakteristische Färbung zu, die ihn von andern Zusammenklängen unterscheidet; sie steht, als Eigenschaft eines Komplexes, den Gefühlen im engeren Sinne des Wortes näher als etwa die Qualitäten der herausgehörten Einzeltöne, haftet aber mit größerer Konstanz an den akustischen Eindrücken als die Lustbetonung, weil sie nicht wie diese vom Gesamtzustande des Bewußtseins mitbestimmt wird.« Im folgenden erwähnte ich kurz Stumpfs Begriff des »Reinheitsgefühls«, bezeichnete dessen psychologische Bedingungen als höchst kompliziert und fuhr fort (S. 245): »Jedenfalls haben wir es hier mit einem ‚Gefühle' in dem oben charakterisierten weiteren Sinne des Wortes zu tun. Eine vollständige psychologische Erklärung hätte nicht nur auf die allgemeinen Tatsachen der Erinnerung und des Wiedererkennens, sondern auf die Gesetze der Verfeinerung unserer Gedächtnisbilder und der Übung einzugehen. So viel ist gewiß, daß alle jene Beobachter eine unermeßliche Zahl von eigenen Erfahrungen über Tonfolgen wie über Zusammenklänge mitbrachten; und ferner, daß sie die zutage getretene Genauigkeit und Sicherheit ihres Reinheitsurteils nicht erlangt hätten ohne ihre vielfältigen früheren Wahrnehmungen aller Grade der Konsonanz im Zusammenklange.«

Die unmittelbar erlebte Komplexqualität einer akustischen Wahrnehmung, die Kontur sozusagen, die dieser Komplex als solcher besitzt, ist im entwickelten Leben jederzeit durch die Nachwirkungen sehr zahlreicher früherer Erfahrungen mitbestimmt. Wird diese Komplexqualität als »Gefühl« bezeichnet, so ist das ja zunächst eine bloße Frage der Namengebung; und wir sahen soeben, daß und warum der populäre Sprachgebrauch zu dieser Bezeichnungsweise hinneigt. Wird sie aber als wissenschaftlicher Begriff in die Psychologie eingeführt, so hat das weitgehende theoretische Konsequenzen: Es bedeutet eine außerordentliche, zunächst unbestimmt begrenzte Erweiterung des Gefühlsbegriffs. Konsequenterweise müßten dann sehr viele andere Erlebnisse (nämlich alle so bedingten Komplexqualitäten) ebenfalls diesem Gefühlsbegriffe untergeordnet werden, — Erlebnisse, die das populäre Denken vielleicht nur deshalb von seinem (unbestimmten) Gefühlsbegriffe auszuschließen pflegt, weil sie weniger regelmäßig und

weniger deutlich von Gefühlen im oben definierten eigentlichen Sinne begleitet werden; es müßte ferner in den meisten Fällen das gleichzeitige Vorhandensein mehrerer verschiedenartiger Gefühle angenommen werden; und was die als »Reinheitsgefühle« bezeichneten komplexen Erlebnisse selbst angeht, so müßten noch an ihnen verschiedene, voneinander teilweise unabhängige Qualitäten und Änderungsrichtungen des »Gefühls« unterschieden werden, zum mindesten: das »Reinheitsgefühl« als solches von der größeren oder geringeren Lustbetonung des Erlebnisses. Noch bedenklicher aber ist folgendes. Der Begriff dieser scheinbar einfachen »Gefühle«, die nach Stumpf zwar durch die vorangegangene Erfahrung modifizierbar sind (was ohne weiteres einleuchtet und durch Stumpfs und Meyers eigene Versuche ja bewiesen wird), die im wesentlichen aber auf einer »angeborenen Mitgift« beruhten und nur noch phylogenetisch analysierbar wären, — dieser Gefühlsbegriff verhüllt die komplexe Beschaffenheit der damit beschriebenen Erlebnisse; er bringt insbesondere nicht hinreichend zum Ausdruck das resultative Zusammenwirken des gegenwärtigen Eindrucks mit der früheren Erfahrung; und endlich, was methodologisch dem teilweise zugrunde liegt: er isoliert, in dingartiger Hypostasierung, die Reinheitsauffassung von zahlreichen, funktionell innig damit zusammenhängenden Tatbeständen: von der unmittelbaren Intervallauffassung, dem Intervallurteil (die von Stumpf hier angenommene Kausalbeziehung scheint mir den Zusammenhang keineswegs auf das einheitlichste und vollständigste zu beschreiben), ferner ganz besonders von der Verschmelzuug und von der Konsonanz (die früher kritisierte Gleichsetzung und Verdinglichung dieser beiden Begriffe erweist sich gerade auch durch die Tatsachen der Reinheitsauffassung als unhaltbar).

Während Stumpf früher die Erscheinungen der Reinheitsauffassung, einschließlich der Reinheitsurteile, einseitig auf die »Verschmelzung« und ihre »Grade« zurückgeführt hat, bestreitet die neue Theorie der Reinheitsgefühle ausdrücklich jeden Zusammenhang zwischen der unmittelbaren Reinheitsauffassung und der Verschmelzung, daher auch der Konsonanz. Abgesehen von der Richtigkeit des hier vorausgesetzten Verschmelzungs- und Konsonanzbegriffes, abgesehen auch von der Stringenz der oben wiedergegebenen Argumente, durch die Stumpf jene Zusammenhanglosigkeit positiv zu begründen sucht,

erklärt sich seine theoretische Stellung zu jenen Tatsachen aus der Vernachlässigung des Assimilationsmomentes. Zur Deutung jener quantitativ bestimmten Erscheinungen, ebenso wie bei einigen der vorher beschriebenen akustischen Assimilationen und Angleichungen zieht er zwar in überzeugender Weise einige erfahrungsmäßige Motive hypothetisch mit heran (vgl. noch Beiträge 1, 31, 66 ff.). Aber das Unverbundene, teilweise recht Unbestimmte und im ganzen Unbefriedigende[1]) dieser Erklärungen, andererseits der außerordentlich weit gehende Nativismus, womit Stumpf bei vielen komplexen Leistungen des musikalischen Bewußtseins sich beruhigen zu müssen glaubt, — diese theoretischen Unzulänglichkeiten sind vor allem dadurch bedingt, daß Stumpf, mit der Mehrzahl der Psychologen, nicht frei genug ist von dem alten, atomistischen und dinghaft hypostasierenden Assoziationsbegriff, daß er, anders ausgedrückt, die assimilative Form nicht hinreichend berücksichtigt, in der auf allen Gebieten des Seelenlebens die Nachwirkungen der früheren Erfahrung sich mit den neuen Eindrücken resultativ verbinden.

Lipps, der die hier in Frage stehenden, nur experimentell feststellbaren Tatsachen nirgends so genau wie Stumpf beschreibt, arbeitet theoretisch mit einem noch weiteren und noch unbestimmter begrenzten Gefühlsbegriffe (»Gefühle« der Übereinstimmung, der Einheitlichkeit, der Konsonanz; »Ichgefühle« u. dgl.); und das Unzulängliche aller dieser Theorien hängt ebenfalls aufs engste mit der Vernachlässigung der Assimilation zusammen. Auch er strebt, namentlich in den letzten Jahren, energisch über den alten dinghaften Assoziationsbegriff hinaus. Aber während Stumpf und andere exakte Psychologen in diesem Bestreben vorzeitig — wie ich meine — auf angeborene physiologische Ursachen rekurrieren[2]), steht bei Lipps einer erschöpfenden psychologischen Analyse mehr sein (neuerdings zum Teil physiologisch sich färbender) Begriff des

---

[1]) Es wird bei Gelegenheit auszuführen sein, wie ein Teil der in Frage stehenden Beobachtungen, namentlich die bisher unerklärten Modifikationen der Reinheitsauffassung durch die assimilierenden Nachwirkungen früher erlebter Zusammenklänge, einschließlich ihrer Differenztöne, zwanglos begriffen werden können.

[2]) S. zur Verschmelzungstheorie der Konsonanz 3, 237 f.; ich denke auch an Stumpfs raumtheoretischen Nativismus.

Unbewußten im Wege, — was sich an mehreren seiner Theorien nachweisen läßt[1]).

Alles das ist wesentlich nur die Folge nicht genügender Beachtung und Beschreibung der Assimilationstatsachen, und dieser Mangel wiederum beruht auf der dingartigen Isolierung und Hypostasierung der psychologischen Begriffe, wovon wir ausgegangen sind. Den zuletzt noch einmal hervorgehobenen Zusammenhang hat Wundt in der neuen Auflage seiner Physiologischen Psychologie (III, 558) allgemein dahin ausgesprochen: »Die psychologische Deutung der Assoziationen hat sich, wie die oben gegebene experimentelle Analyse derselben zeigt, vor allem von jenem Vorurteil frei zu machen, das bis zum heutigen Tage in der Assoziationslehre herrschend geblieben ist und sie von vornherein unvermeidlich auf eine falsche Bahn führte: von dem Vorurteil, daß die Vorstellungen konstante Objekte seien, die verschwinden und wiederkommen, sich verbinden oder verdrängen können, dabei aber immer mehr oder weniger ihre Selbständigkeit bewahren.« Diese Betrachtungsweise, die Wundt hier als »falsche Verdinglichung« bezeichnet, wird namentlich durch die Tatsachen der Assimilation, aber auch an den »Grenzfällen« (S. 544) der sukzessiven Erinnerungsassoziation als durchaus unzulänglich erwiesen.

Als Konsonanztheoretiker war Helmholtz, wie auch die meisten Psychologen seiner Zeit, in jenem alten, dingartigen, atomistischen und intellektualistischen Assoziationsbegriffe befangen, der zugleich der populäre ist, — dem Assoziationsbegriffe, wonach die Wirkung früherer Erfahrungen auf ein gegenwärtiges Erlebnis immer darin bestände, daß das Frühere als isolierte Vorstellung oder als Urteil gesondert und unverändert neben dem gleichfalls unveränderten neuen Eindruck im Bewußtsein sei. Lipps, Stumpf und andere haben diese Art »Erinnerungen« der Helmholtzschen Konsonanzlehre mit Recht beanstandet. Aber sie sind auf halbem Wege stehen geblieben. Sie haben aus dem gleichen Assoziationsbegriffe heraus die von Helmholtz gemeinten assoziativen Faktoren des Konsonanzbewußtseins einfach geleugnet, statt sie — es handelt sich dabei durchweg um

---

[1]) S. zur Konsonanzfrage a. a. O., S. 214, 223. Vgl. Wundt II, 121f., 436f., III, 327; über den Zusammenhang der Lippsschen »Einfühlungs«-Theorie mit dem »schablonenhaften Assoziationsbegriff der alten Psychologie«: III, 186ff., 204, 207.

assimilative Bildungen — rein empirisch richtiger zu beschreiben. Ebenso ist es jetzt den von mir ausführlich erörterten »assoziativen Momenten« der Konsonanz ergangen, obwohl ich bei jeder Gelegenheit auf den assimilativen und resultativen Charakter der betreffenden Gesamterlebnisse hingewiesen habe.

Verkennt man die fundamentale Tatsache der Assimilation, und läßt man methodologisch die Verdinglichung der psychologischen Begriffe zu — beides hängt, wie wir sahen, aufs engste zusammen —, so wird man einem rein empirischen Beitrage zur Konsonanzfrage schwerlich gerecht werden; und der Fortschritt der psychologischen Konsonanztheorie ist durch jene Voraussetzungen grundsätzlich gehemmt.

Im zweiten Teile dieser Abhandlung versuche ich, die einzelnen Bedenken zu zergliedern und zu würdigen, die gegen die Differenztontheorie der Konsonanz erhoben worden sind.

Die Normaltäuschungen in der Lagewahrnehmung.

Von

C. Spearman.

Mit 21 Figuren im Text.

Inhaltsverzeichnis.

	Versuchs-gruppe	Seite
I. Einleitung	—	390
1. Die bisherigen Ergebnisse	—	390
2. Kritik der bisherigen Deutungen der Versuche	—	395
3. Die drei fundamentalen Orientierungsklassen und ihre Entwicklungsgeschichte	—	397
4. Kritik der bisherigen Methodik	—	404
a) In bezug auf die Lokalisationsfeinheit	—	404
b) In bezug auf die Täuschungen	—	406
5. Die gegenwärtigen Versuche und der Gebrauch der »wahrscheinlichen Abweichung«	—	409
II. Die »segmentale« Täuschung	—	412
1. Halbwissentliches Verfahren	1	412
a) Versuchsbedingungen	—	412
b) Objektive Ergebnisse	—	414
c) Subjektive Ergebnisse	—	419
2. Die Täuschung nach Übung	2	422
3. Wissentliches Verfahren	3	424
III. Die »artikulare« Täuschung	—	426
1. Tastlokalisation am linken Arm	—	426
a) Der Unterarm liegt parallel zur Querachse des Körpers	4	426
b) Der Unterarm liegt nach vorn ausgestreckt	5	431
c) Entwicklung der Täuschung	6	432
2. Blicklokalisation am linken Arm	—	434
a) Die Täuschung längs des ganzen Arms	7	434
b) Blick- verglichen mit Tastlokalisation	8	438
c) Vergleich zwischen »blickend-passiver«, »aktiv-passiver« und »blickend-aktiver« Lokalisation	9	442
d) Der ganze Fühlraum, bei geübten Beobachtern	10	443
e) Der ganze Fühlraum, bei unbefangenen Beobachtern	11	446

	Versuchsgruppe	Seite
3. Lokalisation an andern Körperteilen	—	451
a) Am rechten Arm	12	451
b) An den Oberschenkeln	13	451
c) Am rechten Fußknöchel	14	453
d) An der Handfläche	15	455
4. Das Unterschätzungsgesetz	—	456
IV. Beeinflussende Momente	—	459
1. Bewegung	—	459
a) »Blickend-passive« verglichen mit »blickend-aktiver« Lokalisation	16	459
b) »Aktiv-passive« verglichen mit »aktiv-aktiver« Lokalisation	17	461
c) Einfluß der Bewegung auf Lokalisationsfeinheit	18	462
2. Schmerz	—	465
a) Lokalisation eines schmerzhaften Reizes	19	465
b) Lokalisation bei Schmerz an einer entfernten Körperstelle	20	466
3. Spannungsempfindungen	21	468
4. Einfluß der Beobachtungsweise (besonders der Verteilung der Aufmerksamkeit)	—	469
5. Die Lokalisation der Blinden	23	473
V. Erklärungsversuch	—	475
1. Der negative Grund der »artikularen« Täuschung	—	475
2. Die Verdrängung durch Aufmerksamkeit	—	477
3. Der positive Grund aller Lokalisationstäuschungen	—	480
VI. Hauptergebnisse	—	487

Anhänge.

I. Ein »Brown-Séquardscher« Fall	489
II. Formel zum Eliminieren des Beobachtungsfehlers	491
III. Korrelation zwischen Ordnungsserien	492

Vorbemerkungen zu den Figuren.

Die Punkte zeigen die Reizstellen an.

Die Querstriche an den entgegengesetzten Enden der Linien bedeuten die Täuschungen von überwiegend »segmentaler« Art.

Die Kreuze dagegen bezeichnen »artikulare« Täuschungen, und zwar repräsentieren die unterbrochenen Linien Tastlokalisationen, die ausgezogenen Linien Blicklokalisationen.

I. Teil. Einleitung.

Unter »Normaltäuschungen« sind solche zu verstehen, die weder durch pathologische Zustände, noch durch abnorme Versuchsbedingungen (z. B. durch Kreuzung der Finger) entstanden sind. Zur Darlegung meiner eigenen Ergebnisse auf dem Gebiete der taktilen Lagewahrnehmung scheint ein vorangehender kurzer Blick auf die bisherigen sogenannten Lokalisationsversuche unentbehrlich zu sein; an dieser Stelle sollen nur die hauptsächlichsten seither mitgeteilten Tatsachen angeführt werden; auf die Deutungen und die Kritik gehen wir erst in den Abschnitten 3 und 4 ein.

1. Die bisherigen Ergebnisse.

Volkmann[1]) (1844), durch die Forschungen von Weber angeregt, hat wohl als der erste über Lokalisationsversuche berichtet. Seine Beobachter ließen sich bei verschlossenen Augen stechen und zeigten dann mit geöffneten Augen den Punkt, an welchem vermeintlich gereizt wurde. Die durchschnittliche Größe des begangenen Fehlers schwankte von 1 mm an den Fingerspitzen bis zu 4 cm am Oberarm; hier ist offenbar eine große Ähnlichkeit mit den von Weber konstatierten Schwellen für Unterscheidung zweier Zirkelspitzen zu verzeichnen. Die Richtung der Fehler lag gewöhnlich in der Längsachse der Nerven; drei Personen hatten eine distale, die vierte dagegen eine proximale Tendenz.

[1]) Wagners Handwörterbuch d. Physiologie. II. S. 571.

E. H. Weber[1]) (1852) führte jetzt selbst ein Lokalisationsverfahren ein, welches sich seitdem allgemeiner Gunst erfreut hat. Es mußten nämlich die Versuchspersonen bei geschlossenen Augen nach dem vermeintlichen Orte mit einem Stift herumtasten. Die Ergebnisse sind wieder dem mit Zirkelspitzen gemessenen »Raumsinn« proportional gefunden worden.

Aubert und Kammler[2]) (1858) wollten das neue Webersche Verfahren nachprüfen. Zu ihrer Überraschung fanden sie die Fehler viel kleiner, als sie nach den Raumsinnschwellen sein sollten; nur der erste Kontakt des Stiftes, wenn die Haut überhaupt zum ersten Male berührt wurde, konnte einen viel größeren Fehler erzeugen. Die Fehlergröße zeigte keine Abhängigkeit vom Drucksinne.

Szabadföldi[3]) (1862) bediente sich desselben Verfahrens, konstatierte aber wiederum, daß die Fehler dem Raumsinn entsprechen; sie sollen sich vermindern, wenn man das reizende Instrument heizt.

Kottenkamp und Ullrich[4]) (1870) wollen das Verhältnis zum Raumsinn durch sorgfältigere Webersche Versuche endgültig festsetzen; an einigen Stellen finden sie eine gute Übereinstimmung; an andern dagegen tritt eine unerklärliche Diskrepanz zutage. Die Tendenz der Fehler ist eher proximal.

Donders[5]) (1871) wendet sich einem ganz neuen Verfahren zu, freilich zu wesentlich andern Zwecken. Er verdunkelt das Zimmer vollständig mit Ausnahme eines sehr lichtschwachen, elektrisch beleuchteten Punktes, welchen der Beobachter fixieren soll; dann läßt Donders etwas seitlich vom Beobachter einen elektrischen Funken überspringen. Der Beobachter weiß den Ort des Funkens, sowie den des Fixationspunktes, mit dem Finger gut zu treffen.

Bloch[6]) (1884—1902) will auch ein neues Verfahren gebrauchen. Er stellt einen zweiflügeligen vertikalen Schirm in der Weise vor sich auf, daß jede Hand verschiedene Orte je eines Flügels erreichen kann. Nun versucht er beide Hände zu genau korrespondierenden Orten an den zwei Flügeln emporzuheben. Für Orte in der Nähe seines

[1]) Ber. d. K. Ges. d. Wiss. z. Leipzig, M-P Klasse.
[2]) Moleschotts Untersuch., 5 (1), S. 174.
[3]) Moleschotts Untersuch., 9, S. 624.
[4]) Archiv f. Ophthalmologie, 17 (2), S. 39.
[5]) Zeitschrift f. Biologie, 6, S. 41.
[6]) Comptes Rendus de la Société de la Biologie, 1884 und 1902.

Körpers beträgt die durchschnittliche Diskrepanz der Hände 1—2 cm; für Orte weit vom Körper dagegen steigt sie bis zu 4—6 cm. An den Ergebnissen wird nichts geändert, wenn der eine Arm ganz ruhig auf einem Kissen liegt, und auch dann nicht, wenn er durch Gummibänder, die ihn gewaltsam von der Stelle wegzuziehen streben, in starke Spannung gebracht wird. Besonders schwer fällt es, die eine Hand an den Ort zu bringen, welchen die andere soeben verlassen hat. In einer späteren Arbeit glaubt dieser Forscher das Webersche Verfahren mit Vorteil dahin zu modifizieren, daß er sich selbst reizt; dies geschieht aber mit solcher Kraft, daß er die Stelle nach der Lokalisation noch sehen kann; auf diesem Wege entdeckt er, daß das bekannte Vierordtsche Gesetz für den Fuß wenigstens ungültig ist.

Leubuscher[1]) (1886) findet nach dem Weberschen Verfahren, daß die Lokalisationsfehler insofern vom Drucksinne abhängig sind, als sehr schwache Reize etwas besser lokalisiert werden.

Barth[2]) (1894) wendet sich zur Erforschung des Lokalisationsgedächtnisses und konstatiert eine regelmäßige Zunahme des Fehlers mit dem Zeitintervall. Er benutzt nicht nur das Webersche, sondern auch folgendes neues Verfahren: Ein Punkt wird auf der Haut mit Tinte notiert; der Beobachter merkt sich den Punkt, schließt die Augen und versucht ihn nun mit dem Stifte zu berühren; die Fehler zeigen sich kleiner als nach dem Weberschen Verfahren. Im allgemeinen haben die Fehler eine distale Tendenz.

Henri[3]) (1893—1898) führt mannigfache sinnreiche Neuerungen ein. Die meisten Versuche geschehen noch nach dem Volkmannschen Verfahren, aber mit der interessanten Modifikation, daß der Beobachter die vermeintliche Stelle nicht mehr auf dem gereizten Gliede selbst, sondern auf einer Photographie davon anzeigt; die Modifikation soll keine Änderung der Ergebnisse herbeigeführt haben; aber nunmehr können die Fehler graphisch registriert werden. Henri

---

[1]) Jenaische Zeit. f. Naturwiss., 20, S. 34 (auch im Zentralbl. f. klin. Med. 7. Jahrg., S. 129).

[2]) Etudes sur le sens du lieu et sur la mémoire de ce sens. Diss. Dorpat. Da ich leider der russischen Sprache nicht mächtig bin, muß ich mich auf die Angaben von Henri stützen (Die Raumwahrnehmung des Tastsinnes, 1898, S. 93).

[3]) Archives d. Physiologie, 1893, S. 615; Année psychologique, 2. S. 168, und 3. S. 225; C. R. de la Soc. de Biol., 1896; Rev. Phil. 1897; Über die Raumwahrnehmungen des Tastsinnes, 1898.

kommt zu dem Ergebnis, daß man gewöhnlich zu nahe an irgendeiner hervorragenden Stelle (»Leiste, Knöchel, Rand, Gelenk usw.«) lokalisiert; je zahlreicher solche Anhaltspunkte vorhanden sind, desto kleiner sind die Fehler; letztere werden größer bei schwachem Reize[1]). Ein anderes Verfahren bestand darin, daß die Hand der Versuchsperson unter einem in Quadratzentimetern eingeteilten Schirm lag; der Experimentator beschreibt mündlich einen Hauptpunkt, und der Beobachter muß dann sagen, unter welchem Quadrat er liegt; die Fehler sind sehr klein und bevorzugen die Richtung nach dem Körper zu. In das Webersche Verfahren führt Henri die nützliche Modifikation ein, daß er den Stift des Beobachters durch eine mit Tinte gefüllte Glasröhre ersetzt und so eine graphische Registrierung des gesamten Herumtastens entstehen läßt. In einer andern Versuchsserie darf der Beobachter die vermeintliche Stelle nicht berühren, sondern nur auf sie von oben hindeuten; jetzt sind die Fehler an den Fingern ebenso groß, wie am Arm; ihre Richtung ist individuell verschieden; die vertikale Entfernung des Zeigefingers von der gereizten Haut wird meistens sehr überschätzt. Auch andere Variationen sind probiert und außerdem das Barthsche Verfahren nachgeprüft worden; eine interessante Versuchsserie beschäftigt sich mit der Unsicherheit in der Angabe der Finger[2]). Im allgemeinen betont Henri die überwiegend distale Tendenz der Fehler.

Lewy[3]) (1895) beschäftigt sich, wie im vorangegangenen Jahre Barth, mit dem Lokalisationsgedächtnis; sowohl Verfahren wie Ergebnis sind den früheren sehr ähnlich. In einigen Versuchen aber beobachtet Lewy (wie einst Aubert und Kammler) sorgfältig die Stelle des ersten Kontakts des Stiftes mit dem gereizten Gliede; doch findet er den Fehler nicht viel größer als den nach dem suchenden Herumtasten. In einigen weiteren Versuchsserien wird während

[1]) Es ist nicht zu ersehen, ob Henri darauf Rücksicht genommen hat, daß man schon das Gegenteil angegeben hatte.

[2]) Es ist sonderbar, daß er dabei diese Verwechslung der Finger als eine Neuentdeckung betrachtet. (Vgl. Die Raumwahrnehmung des Tastsinnes, S. 126 u. 128.) Die Tatsache ist doch wohl lange bekannt. Unter andern haben sie Mitchell (Injuries of Nerves and their consequences, 1874, Chap. 6) und Leubuscher (Jenaische Zeit. f. Naturwiss. 1886, Bd. 20, S. 24) konstatiert. Ich glaube gezeigt zu haben, daß die Unterscheidung der Finger und Zehen wesentlich von Miterregungen in den Gelenken abhängt (Brit. J. Psych., I, S. 302—304).

[3]) Zeitschr. f. Psychologie, 8. S. 231.

der Lokalisation die Aufmerksamkeit der Versuchsperson in verschiedener Weise abgelenkt; dadurch wird der Fehler allemal größer.

Pillsbury[1]) (1895) widmet sich besonders der Beeinflussung der Lokalisation durch die Gesichtsvorstellungen. Nach dem Weberschen, wie auch nach dem photographischen Verfahren Henris findet er, daß die Genauigkeit abnimmt, wenn man sich bemüht, kein Gesichtsbild von der gereizten Hautstelle zu haben. Die Fehler liegen in distaler Richtung.

Washburn[2]) (1895) erforscht die Beeinflussung durch die Gesichtsvorstellungen weiter und kann dieselbe in mannigfachen Erscheinungen spüren. Gewöhnlich wurde der Beobachter an zwei Stellen, oder mit einer fortlaufenden Kante gereizt. Auch einige Webersche Versuche wurden gemacht. Die Fehler neigen nicht gegen die »Grenzlinien« zu (wie Henri behauptete), sondern rücken von ihnen ab; zu diesem Henri widersprechenden Ergebnis sei, wie Washburn mitteilt, auch Pillsbury gekommen. Die Tendenz der Fehler scheint bei Washburn proximal zu sein.

Parrish[3]) (1896) wiederholt die obigen Versuche Pillsburys, macht aber die Henrische Modifikation, daß der Beobachter auf die vermeintliche Stelle bloß von oben hindeutet. Dadurch werden die Fehler viel größer; im übrigen stimmen die Ergebnisse mit denen von Pillsbury überein.

Kramer und Moskiewicz[4]) (1901) wiederholen die Versuche von Bloch, indem sie die beiden Arme symmetrisch zueinander zu stellen suchen. Ebenso wie Bloch finden sie, daß Muskelspannung keinen Einfluß ausübt. Auch prüfen sie die Genauigkeit, mit der der eine Arm die vom andern eingenommene Stellung symmetrisch reproduzieren kann; dabei zeigte die Reproduktion eine auffallende Neigung, die bequemste Lage zu bevorzugen.

Pearce[5]) (1902) teilte in einem Aufsatz über »normale motorische Suggestibilität« mit, daß eine Lokalisation durch einen simultanen Nebenreiz merklich beeinflußt, und zwar gegen letzteren hingezogen wird; sein Verfahren ist das von Aubert und Kammler, indem nur

[1]) Am. J. Psychology, 7, S. 42.
[2]) Phil. Studien, II, S. 190.
[3]) Am. J. Psychology, 8, S. 250.
[4]) Zeitschr. f. Psychologie, 25, S. 101.
[5]) Psych. Review, 9, S. 329.

die Stelle des ersten Kontaktes des suchenden Stiftes mit dem gereizten Glied in Betracht gezogen wird. Schon im nächsten Jahre kann Pearce die eben erwähnte Erscheinung nicht nur bestätigen, sondern sie auch bei der visuellen und akustischen Orientierung nachweisen[1]).

2. Kritik der bisherigen Deutungen der Versuche.

Die Absicht der ursprünglichen Lokalisationsversuche von Volkmann war darauf gerichtet, zu den Weberschen Experimenten mit den Zirkelspitzen eine Ergänzung zu liefern; letztere Versuche hatten, wie man annahm, die Feinheit der angeborenen »Raumanschauung« geprüft; erstere dagegen sollten sich auf die erworbenen, von den geometrischen Verhältnissen der Glieder abhängigen »Ortserkenntnisse« beziehen, vermöge deren die Hand jeden beliebigen Körperteil sofort zu berühren vermöge. In diese Begriffsunterscheidung scheint Weber eingewilligt zu haben; denn er bezieht seine späteren Zirkelergebnisse auf den »Raumsinn«; keineswegs aber gibt er zu, daß der »Ortssinn« durch solche Lokalisationsversuche zu prüfen sei; letztere betrachtet er vielmehr bloß als andere, nur weniger genaue Prüfungen des Raumsinnes. Die meisten späteren Forscher haben nicht einmal Volkmanns Terminologie angenommen[2]), sondern vielmehr in beliebiger Abwechslung Raumsinn und Ortssinn als synonyme Begriffe gebraucht; während für diejenige räumliche Orientierung, welche von den geometrischen Verhältnissen der Glieder abhängt, der Ausdruck »Lagewahrnehmung« vorgezogen wurde.

Jedoch ist im Jahre 1858 von Aubert und Kammler die Bezeichnung Ortssinn nochmals energisch für Lokalisationsversuche gefordert worden; begrifflich aber wird jetzt der Ortssinn vom Raumsinn folgendermaßen unterschieden: »Hier wird die Fähigkeit der Unterscheidung zweier Punkte und ihrer Lage zueinander, dort die Fähigkeit, die Lage eines Punktes in bezug auf fühlende Punkte unserer Haut anzugeben, geprüft«[3]). So fällt der klare Volkmannsche Begriff weg, und statt dessen tritt ein ziemlich unklarer ein; denn der psychologische Unterschied zwischen »der Lage zweier

[1]) Arch. f. d. ges. Psychol. 1, S. 31.

[2]) Vgl. Nothnagel, Deutsches Archiv f. klin. Med. 2, 1867; Dehn, Vergleichende Prüfungen über den Haut- und Geschmackssinn, 1894; v. Frey, Sitzungsb. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg, 9. Nov. 1899.

[3]) Moleschotts Untersuch., 5 (1), S. 174.

Punkte zueinander« einerseits und »der Lage eines Punktes in bezug auf fühlende Punkte« andererseits ist nicht ohne weiteres einzusehen. Diese theoretische Unterscheidung hat neuerdings mehrere energisch für sie eintretende Anhänger gefunden[1]), aber eine haltbarere Definition oder eine einwandfreie Begründung ihres Standpunktes haben diese kaum geliefert[2]); trotzdem ist es wohl möglich, daß sie sich im wesentlichen dem wirklichen Tatbestand angenähert haben. Wie dem auch sein mag, sicher ist die fortbestehende Uneinigkeit in der Deutung der Lokalisationsversuche; dabei gibt die schwankende Terminologie manchen Anlaß zu gegenseitigen Mißverständnissen, welche einen sachlichen Abschluß der Untersuchungen keineswegs fördern.

In anderer Hinsicht dagegen haben die bisherigen Forscher eine ebenso merkwürdige Übereinstimmung gezeigt; das Wesen nämlich des Lokalisationsprozesses ist allemal als kinetisch angesehen worden. Diese kinetische Hypothese tritt zwar in mannigfaltigen Schattierungen zutage, aber ihre tatsächlichen Wirkungen laufen hier immer auf dasselbe Resultat hinaus; denn für jeden Lokalisationsfehler wird — ohne irgendeine empirische Begründung — dem sich momentan bewegenden Gliede die Schuld gegeben. Schon von Aubert und Kammler[3]) wird der Fehler als eine falsche Beurteilung »der Größe der ausgeführten Bewegung« aufgefaßt. Pillsbury[4]) und nach ihm Parrish[5]) begründen die von ihnen beobachtete distale Tendenz der Lokalisationen mit dem Loebschen Satze, daß Flexionsbewegungen gegenüber Extensionsbewegungen unterschätzt werden[6]). Henri[7]) gibt für alle Beobachter verschiedene »individuelle« Erklärungen, welche aber mit der obigen kinetischen Voraussetzung sämtlich übereinstimmen; der erste Beobachter soll den

[1]) Vgl. Förster, Monatsschr. f. Psychiatrie u. Neurologie, 9, 1901; auch die schon angeführten Werke von Henri.

[2]) Im Jahre 1902 schlug Henri vor, die Bezeichnungen Raumsinn und Ortssinn durch »degré de distinction« und »localisation« zu ersetzen; aber seine Erklärung des letzten Begriffes blieb noch objektiv (reconnaître le point de la peau qui a été le siège d'impression tactile). Von Claparède sind drei Ausdrücke vorgeschlagen worden: »discrimination tactile«, »perception cutanée spatiale« und »localisation« (C. R. de la Soc. de Biolog., 54, S. 343 und 757).

[3]) a. a. O. S. 161.

[4]) a. a. O. S. 52—53.

[5]) a. a. O. S. 265.

[6]) Pflügers Archiv. Bd. 46, 1890.

[7]) Die Raumwahrnehmung des Tastsinnes. S. 111—114.

Arm zuviel, der zweite ihn zuwenig bewegt haben, während der dritte alles beides begangen haben soll, indem die Bewegung der Schulter zu groß, die des Ellenbogens jedoch zu klein gewesen sei. Ebenso geben Kramer und Moskiewicz[1]) für alle Lokalisationsfehler der Ungenauigkeit der Bewegungen die Schuld. Schließlich, und am ausdrücklichsten, sagt Pearce[2]), daß »seine Arbeit sich auf die Theorie stütze, daß jede Empfindung und jedes Bild des sensorischen Reizes ein mehr oder weniger bestimmtes motorisches Element habe, dessen Natur in einer Tendenz zu Lokalisationsbewegungen bestehe«. Eine andere Erklärungsart kommt bei keiner Untersuchung vor[3]).

Aber trotz dieser vollständigen Übereinstimmung so vieler ausgezeichneter Forscher kann ich mich des schweren Bedenkens dagegen nicht erwehren, daß man die Fehlerquelle in einer rein spekulativen Weise bestimmen wollte. Vorsichtiger wäre es jedenfalls, dieser Fehlerquelle vorurteilslos nachzuforschen, und die Spekulation auf die nahe zur Hand liegenden Tatsachen, nicht umgekehrt, zu gründen.

3. Die drei fundamentalen Orientierungsklassen[4]) und ihre Entwicklungsgeschichte.

Durch die oben geschilderte Unklarheit in der Auffassung des Problems und durch Voreingenommenheit in bezug auf die Lösungen scheint mir allem Fortschritt der Weg von vornherein abgesperrt zu sein. Um vorwärts zu kommen, müssen wir vor allem die körperlichen Orientierungen in drei Fundamentalklassen einteilen; zwischen diesen sind wohl Kombinationen, kaum aber eigentliche Übergänge aufzuweisen.

Es wird sich dann bald zeigen, daß diese drei Klassen ebensovielen wohlmarkierten Entwicklungsstufen entsprechen. Dabei soll aber die Rede keineswegs von der ursprünglichen, sondern nur von der nächstliegenden Genese sein; denn offenbar sind diese beiden Ordnungen der Erklärung eines Entwicklungsproduktes sehr deutlich zu unterscheiden; in der Erdgeschichte z. B. hat man vor 2000 Jahren eine Wirbeltheorie und andere geniale, noch heute beachtenswerte Hypothesen von der Entstehung der Welt aufzustellen

[1]) a. a. O. S. 111—112.

[2]) Psych. Review. 9, S. 333.

[3]) Außer dem erwähnten Einflusse der Gesichtsvorstellungen.

[4]) Hierbei wird nur die Orientierung der Körperteile untereinander in Betracht gezogen. Die weitere taktile Orientierung in bezug auf die Außenwelt, wie sie mittels des Ohrlabyrinthes usw. zustande kommt, wird nicht berührt.

gewußt. Aber erst seit einem Jahrhundert ist man in die weniger anspruchsvolle Wissenschaft der allerletzten Phasen der Erdentwicklung, in die Geologie, eingedrungen. Und so werden wir jetzt wohl tun, uns auch in bezug auf jenes im Laufe der Zeit entwickelte Produkt, welches wir die taktile Raumvorstellung nennen, der bescheidenen Erforschung der nächstliegenden Genesen zuzuwenden. Davon werden vielleicht schließlich die Hypothesen über die ursprüngliche Entstehung selbst einen nicht zu unterschätzenden Nutzen ziehen.

Der ersten Orientierungsklasse und zugleich der ältesten Entwicklungsstufe entspricht der sogenannte »Raumsinn«, wie ihn Weber mit den Zirkelspitzen maß. Diese Fähigkeit hängt unmittelbar von der Differenzierung der zwei betreffenden Tastempfindungen ab; durch diese Differenzierung wird bei simultaner Reizung die Zerlegung, bei sukzessiver die Unterscheidung erst ermöglicht. Theoretisch zwar sollte diese Fähigkeit noch weiter in die Wahrnehmung der Zweiheit und in die des räumlichen Auseinanderseins analysiert werden; aber empirisch wenigstens laufen diese zwei Fähigkeiten, selbst in pathologischen Fällen, beinahe parallel (wenn auch nicht ganz, wie ich glaube)[1]).

In der zweiten Klasse dagegen beruht die Orientierung nicht auf einer unmittelbaren Vergleichung zweier Empfindungen, sondern auf der Vermittlung einer »assimilativ« reproduzierten Vorstellung des umgebenden Hautgebietes. Diese Klasse kommt am reinsten zum Vorschein in den Versuchen von Henri, Pillsbury und Washburn, wo der Beobachter die vermeintliche Reizstelle nicht auf dem gereizten Gliede selbst, sondern auf einer Photographie oder einem Modell anzeigt; sie liegt ferner den Versuchen von Henri und Barth zugrunde, wo der Beobachter die vermeintliche Stelle in Worten beschreiben soll, wie in Kliniken gebräuchlich ist. Offenbar ist diese Klasse grundverschieden von der ersten; man kann sehr wohl zwei Stiche räumlich auseinanderhalten und doch beide auf ein falsches Hautgebiet verlegen. In dieser reproduzierten Vorstellung des Hautgebietes sind gleichzeitig sowohl Tast- als auch Gesichtskomponenten vorhanden, und je nach den Umständen können die einen oder die andern dominieren; der Übergang ist aber zu fließend, als daß man daraus zwei Klassen bilden könnte; gewöhnlich hat diese Vorstellung

[1]) Die Besprechung des Raumsinnes der Netzhaut muß hier unterbleiben, da uns dies zu weit führen würde.

einen sehr schematischen Charakter und enthält nur das, was praktisch nötig ist.

Diese zweite Orientierungsklasse scheint nun den wahren Kern des »Ortssinnes« auszumachen, so wie dieser Begriff von Aubert, Kammler und ihren Anhängern gefaßt wird. Haben dann diese Forscher recht, wenn sie auch die Weberschen Lokalisationsversuche hier unterbringen wollen? Oder war vielmehr Weber selbst berechtigt, diese Versuche als bloß nochmalige weniger reine Prüfungen des Raumsinnes zu betrachten? Auf subjektive Wahrnehmung allein gestützt, ist man sehr geneigt, sich für Weber zu entscheiden; aber die objektive Untersuchung, besonders diejenige pathologischer Fälle, zeigt unwiderleglich, daß die für bloße Ungenauigkeiten der Versuche gehaltenen Momente tatsächlich den Vorgang ganz beherrschen und ihn dem Ortssinne sehr nahe rücken; es hat sich nämlich gezeigt, daß der Raumsinn eines Patienten durch anstrengende Bewegungen allemal so gut wie aufgehoben wurde, während dabei doch die Webersche Lokalisationsfähigkeit immer intakt blieb[1]). Und auch die subjektive Beobachtung führt, wie ich finde, schließlich zum selben Resultat; denn in der Tat werden die zwei Empfindungen der reizenden Spitze bzw. des suchenden Stiftes nicht unmittelbar (wie man leicht erwarten könnte), sondern erst durch Vermittlung einer assimilativ reproduzierten Vorstellung des betreffenden Hautgebietes miteinander verglichen. Der Vorgang ist etwa folgender: Die von der Reizspitze ausgelöste Empfindung klingt mehr oder weniger ab, ohne selbst eine Vorstellung des umgebenden Hautgebietes erzeugen zu müssen; wohl aber entspringt eine solche Vorstellung aus den von dem suchenden Stift erzeugten Empfindungen, und diese Vorstellung entwickelt sich nun gegen die Stelle der Spitzeempfindung hin, ruft letztere wieder wach und absorbiert sie.

Außerdem ist das Webersche und selbst das Volkmannsche Verfahren weiter dadurch verunreinigt, daß in beiden auch die dritte Orientierungsklasse, die reine Lagenwahrnehmung, eine Rolle spielt[2]),

[1]) Siehe Anhang I.

[2]) Dieser Einwand gegen das Webersche Lokalisationsverfahren, daß darin grundverschiedene Prozesse zusammengeworfen seien, hat natürlich gar nichts gemeinsam mit dem Einwand von Czermak; letzterer erklärt das Verfahren für »an und für sich gänzlich unbrauchbar«, weil es nur den Größt-, nicht auch den Kleinstwert der Unterscheidungsschwelle zu bestimmen vermag; in diesem letzteren Einwand liegt ein merkwürdiges Verkennen der Brauchbarkeit der Methode des mittleren Fehlers überhaupt. (Ber. d. K. Akad. d. Wiss. zu Wien, 1855, Bd. 15, S. 475.)

denn nur diese, nicht der Raumsinn oder die Hautvorstellung, kann die suchende Hand des Beobachters bis zum ersten Kontakt mit der gereizten Haut führen; und doch wirkt die Stelle des ersten Kontaktes auch auf die endgültige Lokalisation[1]). Leider ist die überwiegende Mehrzahl der bisherigen Experimente und der pathologischen Prüfungen bei diesen zwei ursprünglichen und höchst unreinen Verfahren stehen geblieben[2]).

Daß die zweite Orientierungsklasse, kurz als »Ortswahrnehmung« bezeichnet, eine spätere Entwicklungsstufe darbietet, erhellt schon aus ihrer komplexen reproduktiven Beschaffenheit. Ihre nahe Abkunft aus der »Raumwahrnehmung« tritt noch darin zutage, daß unter normalen Bedingungen alle beide durchgängig fast dieselben Schwellenwerte aufweisen (wenn richtig verglichen). Das Wesen des Entwicklungsprozesses zeigt sich in der obenerwähnten pathologischen Beobachtung, daß trotz einer großen die Raumwahrnehmung ganz aufhebenden Abstumpfung der Empfindungsqualitäten die Ortswahrnehmung noch intakt fortbestehen kann; denn diese Tatsache beweist, daß die Reproduktion des betreffenden Hautgebietes nicht mehr mittels der bewußten Empfindungsqualität ausgelöst zu werden braucht, sondern durch die mechanisierende, jedes unnötige Mittelglied verdrängende Übung jetzt zu einer unmittelbaren »spezifischen« Funktion des betreffenden Tastnerven überhaupt geworden ist.

Die dritte Klasse, die reine Lagenwahrnehmung, wird den Gegenstand unser eigenen Versuche ausmachen. Psychologisch unterscheidet sie sich von der zweiten Klasse dadurch, daß es hier nicht mehr darauf ankommt, zwei Empfindungen in der Vorstellung des betreffenden Hautgebietes, sondern in der des ganzen umgebenden Raumes zur Deckung zu bringen. Diese Klasse tritt am reinsten in den Versuchen von Henri und Parrish hervor, wo der Beobachter die vermeintliche Stelle nicht berührt, sondern nur auf sie von oben her hindeutet; hierher gehören auch die Versuche von Aubert und

[1]) Diesen Zusammenhang zwischen der ersten Kontaktstelle und der endgültigen Lokalisation habe ich experimentell feststellen können.

[2]) Dem obenerwähnten Mitwirken der Lagewahrnehmung ist es wahrscheinlich zuzuschreiben, wenn in pathologischen Fällen die Lokalisation (besonders an den Fingern und Zehen) oft eine Abhängigkeit von den Bewegungsempfindungen vorspiegelt; denn letztere sind in enger Beziehung nicht mit der Orts-, sondern mit der Lagenwahrnehmung, d. h. nicht mit der zweiten, sondern mit der dritten Orientierungsklasse.

Kammler, Lewy und Pearce, wo man die Webersche Methode beibehält, aber bloß die Stelle der ersten Berührung mit der Haut in Betracht zieht; ferner gehören hierher die Versuche von Bloch und die von Kramer und Moskiewicz, wo eine Hand ihre frühere, oder die von der andern verlassene Stelle wieder einnehmen soll; im Prinzip gehören hierher auch die Henrischen Versuche, wo die Lokalisation durch die Blicklinien ermittelt wird; denn da sind offenbar die Bewegungen, und ebenso die schließliche Lage der suchenden Hand nur durch diejenigen der Augen ersetzt.

Ein anderes, tiefer einschneidendes Kennzeichen ist, daß jetzt der Orientierungsprozeß sich nicht mehr auf das gereizte Hautgebiet beschränkt, sondern sich vielmehr über eine fortlaufende Kette von Teilbestimmungen erstreckt[1]). Obgleich die Lagenvorstellung eines mittelstark gereizten Punktes, für sich betrachtet, einer der einfachsten Bestandteile des Bewußtseins ist, so ist sie doch immer erst das Produkt von allen diesen Teilbestimmungen, welche ihre komplizierte Summation fast ebenso mechanisch wie die Hebel einer Rechenmaschine bewirken, und in der Vorstellung erst das Gesamtresultat angeben. Wenn nur eine einzige dieser Teilbestimmungen fehlt, so ist die ganze Orientierungsfähigkeit aufgehoben[2]).

Diese Teilbestimmungen sind nun von zweierlei Art: Diejenigen der ersten Art beruhen auf den Winkelstellungen aller bei der Orientierung beteiligten Gelenke und lassen sich deshalb als »**artikular**« bezeichnen. Die Teilbestimmungen der zweiten Art beziehen sich auf den Raum innerhalb jedes beteiligten Gliedabschnittes; sie können daher »**segmental**«[3]) genannt werden[4]).

[1]) Werden zwei Lagenwahrnehmungen miteinander verglichen, wie es bei allen Lokalisationsversuchen geschehen muß, so erstreckt sich die Kette von Teilbestimmungen jeweils von der gereizten bis zur suchenden Hautstelle (Finger oder Netzhaut).

[2]) Dabei aber zeigen die erhaltenen Reflexe geköpfter Frösche, daß die allgemeine Beziehung zum dominierenden Kopf nicht unentbehrlich ist; und auch bei vollem menschlichen Bewußtsein kann unter Umständen die Domination des Kopfes der des Rumpfes weichen. Vgl. Aubert (Delage), Studien über die Orientierung, 1888.

[3]) Die Ausdrücke »artikular« und »segmental« befriedigen mich noch nicht vollkommen, aber trotz aller Mühe und freundlicher Unterstützung ist es mir nicht gelungen, bessere zu finden; es ist aber eine für jede fruchtbare Besprechung der Lagewahrnehmungen unentbehrliche Voraussetzung, die damit gemeinten und oben definierten Begriffe kurz und eindeutig ausdrücken zu können.

[4]) Offenbar geben diese Bestimmungen den Winkel bzw. Strahl eines Polarkoordinatensystems ab.

Diese Unterscheidung ist von fundamentaler Wichtigkeit für das Verständnis der Erscheinungen der Lagewahrnehmung.

Physiologisch sind die Unterschiede handgreiflich. Die »artikularen« Erregungen liegen tief und nahe am Gelenke (vermutlich in den Pacinischen Körperchen); die entsprechenden Leitungsbahnen kreuzen sich erst im verlängerten Mark; durchweg behalten sie für jedes Gelenk eine merkwürdige kompakte Gruppierung und einheitliche Funktion bei, was sich darin kundgibt, daß beschränkte Affektionen im Rückenmark oder Gehirn scharf abgegrenzte, sehr intensive Erscheinungen in der Peripherie erzeugen[1]). Die »segmentalen« Erregungen dagegen scheinen nur in bezug auf den gereizten und den suchenden Gliedabschnitt periphere Vorgänge zu enthalten; letztere finden hauptsächlich in den Tastorganen der Haut statt; ihre Leitungsbahnen kreuzen sich bald nach Eintritt in das Rückenmark; die Nervenäste anastomosieren vielfach untereinander, wodurch die beschränktesten inneren Störungen diffuse Erscheinungen in der Peripherie hervorbringen. Für alle intermediären (d. h. zwischen den reizenden und suchenden gelegenen) Gliedabschnitte sind die segmentalen Bestimmungen offenbar konstant, und deshalb können sie in vollkommen genügender Weise schon durch zentrale Miterregungen oder »Assoziationen« geliefert werden (s. S. 479). Diese physiologischen Unterschiede genügen, um die beiden aufgestellten Gruppen scharf voneinander abzugrenzen, und liefern also eine feste objektive Basis, worauf die subjektive Unterscheidung weiterbauen kann[2]).

Psychologisch ist der Unterschied weniger qualitativ, als vielmehr funktionell ausgeprägt, was natürlich seine Wichtigkeit nicht vermindert. In der Ruhe nämlich lösen die artikularen Erregungen keine merklichen Empfindungen aus, aber nichtsdestoweniger bestimmen sie mit erstaunlicher Genauigkeit die Lagevorstellungen aller distalwärts entstehenden Empfindungen; nur in der Bewegung erzeugen sie merkliche Empfindungen, die sich dann aber als viel zu wenig differenziert zeigen, um zur aktuellen Orientierung genügen zu können[3]). Die segmentalen

[1]) Siehe Anhang I.

[2]) Die psychologische Fruchtbarkeit einer solchen objektiven Basis hat sich schon in der Geschichte der Erforschung der Farbenempfindungen deutlich manifestiert.

[3]) Siehe Anhang I.

Erregungen dagegen setzen merkliche Empfindungen sowohl an der gereizten als an der suchenden Hautstelle notwendig voraus, da ja diese Empfindungen als Träger der schließlich zustande kommenden Lagevorstellungen dienen; aber in bezug auf alle intermediären Gliedabschnitte erfordern die segmentalen Bestimmungen weder Empfindungen noch selbst physiologische (periphere) Erregungen.

Die spätere Entwicklung dieser dritten Orientierungsklasse erhellt nicht nur aus der noch größeren Kompliziertheit des ganzen Vorganges, sondern namentlich aus der vollkommeneren Differenzierung und Selbständigkeit der vorgestellten Räumlichkeit; denn jetzt findet die Orientierung nicht mehr bloß in einem ausgedehnten Empfindungskomplex, sondern in der reinen, abstrakt vorgestellten Ausdehnung, im Raume selbst, statt. Außerdem ist die schon auf der zweiten Stufe beobachtete Mechanisierung hier noch weiter fortgeschritten; denn es ist nicht nur die Reproduktion der Lagevorstellung zu einer unmittelbaren Funktion der physiologischen Gelenkerregung geworden, sondern es können auch die einst vermittelnden Empfindungen in den Gelenken — ursprünglich vermutlich höchst fein differenziert! — jetzt nur noch als verkümmerte Überbleibsel ihr Dasein fristen. Offenbar ist diese intakte Lokalisationsfähigkeit der Gelenkerregungen bei degenerierten Empfindungen nur ein jetzt normal gewordener Zustand, den wir als pathologisch auch schon weiter oben (S. 399) bei den Hauterregungen beobachtet haben[1]).

In bezug auf die bisherigen Ansichten über diese drei Klassen, Raum-, Orts- und Lagewahrnehmung, findet man, daß gerade diejenigen Forscher, welche gestrebt haben, die zweite von der ersten abzutrennen, sie um so mehr mit der dritten vermengt haben. Die einzige ausdrückliche Klassifikation ist die von Henri gewesen[2]).

[1]) Es könnte jetzt die alte Frage auftauchen, welche von den drei Fähigkeitsklassen angeboren und welche erworben sind. Aber diese Fragestellung scheint mir den modernen genetischen Anschauungen nicht mehr angepaßt zu sein. Der Mensch, in diesem Fall eine Ausnahme von den Tieren bildend, kann unmittelbar nach der Geburt keine physische Funktion vollkommen ausüben; aber eine mehr oder weniger ausgebildete Anlage hat er zu jeder allgemeinen Tätigkeit. Deshalb sollte man nicht fragen, ob, sondern inwieweit eine Fähigkeit erst erworben werden muß. Im gegenwärtigen Fall nun erreicht nach meinen Beobachtungen selbst die dritte Stufe schon in den ersten Lebenswochen eine überraschend fortgeschrittene Entwicklung, obwohl sie sich erst viel später vervollkommnet.

[2]) »Die Raumwahrnehmungen des Tastsinnes«, S. IX u. X.

Danach macht zwar der »Raumsinn«, ebenso wie nach unserer Auseinandersetzung, eine Klasse für sich aus. Aber alles andere wird als »Lokalisation« zusammengestellt und folgendermaßen weiter eingeteilt: »Lokalisation mit Berührung und Bewegung«, »visuelle Lokalisation« und »Lokalisation mit Beschreibung«. Offenbar hat diese Einteilung einen sehr äußerlichen Charakter; in der ersten Gruppe werden so grundverschiedene Vorgänge zusammengeworfen, wie das Herumtasten nach der Reizstelle und das bloße Hinzeigen darauf, während die dritte Abteilung »mit Beschreibung« nichts Wesentliches darbietet, was nicht schon in der »visuellen Lokalisation« vorhanden war; denn ob ich sage, daß ich in der Mitte der zweiten Phalanx des Ringfingers berührt worden bin, oder ob ich auf die entsprechende Stelle der Photographie hindeute, ist ziemlich dasselbe.

Was folgt aus der vorstehenden Analyse der Lagewahrnehmung für die Deutung der Beobachtung? Da die Lagewahrnehmung auf einer fortlaufenden Kette von Teilbestimmungen von der gereizten bis zur suchenden Hautstelle beruht, so ist irgendeine von diesen Teilbestimmungen imstande, die Lokalisation irrezuführen. Nicht nur am bewegten Arm der Versuchsperson kann die Fehlerquelle liegen, wie alle Forscher vorausgesetzt haben, sondern ebensogut am andern in Ruhe bleibenden Arm. Ferner, statt eines solchen artikularen kann der Fehler ebensogut einen segmentalen Charakter haben: z. B. statt die Flexionsstellung eines Gelenkes kann man die Länge irgendeines Gliedabschnittes falsch beurteilt haben. In diesem Aufsatze also werde ich versuchen, spekulative Vorurteile fernzuhalten und alle die erwähnten Fehlerquellen unbefangen zu berücksichtigen; dann wird es sich bald von selbst ergeben, inwieweit die Bewegung für die Lagenwahrnehmung maßgebend ist.

4. Kritik der bisherigen Methodik.

a. In bezug auf die Lokalisationsfeinheit.

Nicht nur die Deutung, sondern auch die Methodik der bisherigen Lokalisationsversuche läßt sich kaum allen kritischen Einwänden entziehen. Auf alle Mängel, die bei individuellen Forschungen zutage getreten sein mögen, brauchen wir hier nicht einzugehen, wohl aber auf solche, von denen man zu glauben berechtigt ist, daß sie die gesamten bisherigen Forschungen schädlich beeinflußt haben.

Das Hauptziel aller bisherigen Untersuchungen ist natürlich die Messung der Lokalisationsfeinheit an verschiedenen Hautstellen und unter verschiedenen Bedingungen gewesen; und dazu hat man immer die zunächst liegende Methode des »mittleren Fehlers« angewandt. Nun ist aber die auffällige Tatsache hervorzuheben, daß bisher — trotz aller Hinweise Fechners — kein einziges Mal das variable Element des beobachteten Fehlers vom konstanten Element getrennt worden ist. Und gerade in der Lokalisation ist das bloße rohe Gesamtergebnis der zwei Elemente besonders bedeutungslos, da letztere von grundverschiedenen Momenten abhängen. Ohne diese Trennung vorgenommen zu haben, wissen wir nur, daß der variable Fehler jedenfalls kleiner als das angegebene rohe Ergebnis sein muß.

Nehmen wir konkrete Beispiele: Von den vielen Versuchen, die Lokalisationsfeinheit mit dem Raumsinn zu vergleichen, ist der weitaus sorgfältigste und wertvollste der von Kottenkamp und Ullrich gewesen. An gewissen Hautstellen fanden sie eine Übereinstimmung mit dem Raumsinn und an andern eine Diskrepanz. Aber wie soll man wissen, ob nicht an einigen Hautstellen sich konstante Tendenzen oder »Täuschungen« festgesetzt haben, welche mit der Lokalisationsfeinheit nichts zu tun haben? Eine sehr geringe Täuschungstendenz würde schon genügen, alle Vergleiche mit dem Raumsinn umzustürzen. Ganz Analoges läßt sich zu dem vermeintlichen Einfluß der Reizstärke, des Gesichtsbildes, des Gedächtnisses, der Ablenkung der Aufmerksamkeit usw. sagen. Und in der Tat sind, wie wir bald sehen werden, alle die erwähnten Momente imstande, auf die konstanten Tendenzen eine starke Wirkung auszuüben.

Allerdings ist die mathematische Reinigung des rohen Ergebnisses vom konstanten Element so lange unmöglich, als man bloß die Größe und die allgemeine Richtung der Fehler zu registrieren vermag. Um die verlangte Ausscheidung bewerkstelligen zu können, muß erst das ganze Verfahren entsprechend weiter ausgebildet werden.

So gefährlich und versteckt habe ich die Beeinflussung des variabeln durch den konstanten Fehler gefunden, daß ich es vorgezogen habe, die eingehende Untersuchung des ersteren zu unterlassen, bis ich erst

den letzteren gründlich untersucht hatte[1]). Daher wird im folgenden Aufsatze die beobachtete Lokalisationsfeinheit (i. a. W. der variable Fehler) mit möglichst wenig Diskussion konstatiert werden; unsere Aufmerksamkeit wird sich auf das andere Hauptziel, die konstanten Fehler oder »Täuschungen« konzentrieren.

b. Kritik in bezug auf die Täuschungen.

Die bisherigen Angaben hierüber sind keineswegs so unbedingt zu verwerfen wie diejenigen über die Lokalisationsfeinheit; denn der mittlere konstante Fehler läßt sich ganz wohl ermitteln ohne vorausgehende Ausscheidung der variabeln Fehler (während das Umgekehrte nicht der Fall ist).

Aber eine mathematische Behandlung ist immer noch unentbehrlich, sobald man wissen will, ob irgendein Ergebnis nicht dem bloßen Zufalle zuzuschreiben ist; denn hierzu muß man die »wahrscheinliche Abweichung« heranziehen[2]). Davon hat man jedoch niemals die geringste Erwähnung getan, und (mit einer untenstehenden Ausnahme) hat man nicht einmal die notwendigen Daten angegeben, mit deren Hilfe wir die wahrscheinliche Abweichung selbst ausrechnen könnten. Man wird wohl gemeint haben, ein genügendes Kriterium in seinem eigenen unmittelbaren Urteile oder »Sicherheitsgefühle« zu besitzen; aber diese subjektiven Kriterien haben sich in langer, sorgfältiger von mir angestellter Prüfung als überraschend trügerisch

---

[1]) Ich kann hier schon sagen, daß ich Versuche angestellt habe, um die variabeln Fehler für alle Körperteile zu ermitteln, und ferner, um sie in die aller Teilbestimmungen quantitativ aufzulösen. Bis jetzt scheint es, daß die Präzision jeder segmentalen Teilbestimmung annähernd gleich dem Raumsinn an derselben Hautstelle ist; jede artikulare Teilbestimmung dagegen zeigt sich allemal beinahe proportional der von Goldscheider gefundenen Bewegungsempfindungsschwelle im betreffenden Gelenke. Auf diese Weise scheint es möglich, zu den Elementen vorzudringen, wovon die drei Fähigkeiten, Raum-, Lage- und Bewegungswahrnehmungen, in letzter Instanz abhängen; sind dann in einem gegebenen Falle die Schwellen für zwei dieser Fähigkeiten empirisch bestimmt worden, so läßt sich die dritte deduzieren; die Wahrheit der Deduktion, und damit die Gültigkeit des ganzen Räsonnements ist sofort empirisch kontrollierbar.

[2]) Auf den viel gebräuchlicheren synonymen Ausdruck »wahrscheinlicher Fehler« mußte hier verzichtet werden, da diese mathematische Bedeutung des Wortes Fehler, zusammen mit dem ganz verschiedenen Begriff des Fehlers der Lokalisation, sehr verwirrend wirkt.

herausgestellt, während die Vermittelung durch die objektive wahrscheinliche Abweichung, richtig und innerhalb der erlaubten Grenzen gebraucht, eine ebenso überraschende Zuverlässigkeit an den Tag gelegt hat. Durch Ignorieren der wahrscheinlichen Abweichung kommt man nicht nur zu falschen Schätzungen der Beweiskraft seiner Ergebnisse, sondern man hat auch keine Norm — außer dem jeweiligen Belieben —, wie zahlreich die Versuche anzustellen sind.

Hier muß ich indessen konstatieren, daß in einer der gediegensten Arbeiten, der von Lewy, ein prinzipieller Einwand gegen die Anwendung der Mathematik erhoben worden ist. Weit davon, wie alle andern Forscher, die Rechnungen einfach zu unterlassen, hat er die mittlere Abweichung der einzelnen Fehler nach dem genauesten und mühevollsten Verfahren berechnet; statt aber den kleinen noch erforderlichen Schritt zu machen, und die wahrscheinliche Abweichung der allein in Betracht kommenden Mittelwerte zu deduzieren, wendet er sich vielmehr vom ganzen Thema mißtrauisch ab mit der Bemerkung, daß von »diesen aus der physikalischen Betrachtung herübergenommenen Fehlerberechnungen« nicht viel für die Psychologie zu gewinnen sei. Hiernach allerdings wäre die Abneigung aller Forscher gegen die rechnerische Bearbeitung ihres Versuchsmaterials einigermaßen gerechtfertigt, und für die gegenwärtige Arbeit hätte man sich viel Mühe ersparen können. Aber glücklicherweise gibt uns Lewy den Grund seines Mißtrauens an; es hatte sich nämlich bei seinen Ergebnissen herausgestellt, daß unter variierten Versuchsbedingungen das Verhältnis des mittleren Lokalisationsfehlers zur mittleren Abweichung von demselben nicht konstant blieb, was doch nach den Wahrscheinlichkeitsgesetzen zu erwarten wäre. Aber nun bezieht sich natürlich diese zu erwartende Konstanz nur auf den reinen variabeln Fehler; auch die Physiker dürften sie kaum erhoffen, wenn sie, wie Lewy, noch rohe, mit überwiegenden konstanten Komponenten behaftete Fehler vor sich hätten.

Die nächste Rüge muß sich gegen die unvollkommene Registrierung der Lokalisationen richten; gewöhnlich werden, außer der Entfernung, nur gewisse Hauptrichtungen (distal, proximal, ulnar und radial) notiert. Eine Ausnahme findet in dem sehr kleinen Teile der Henrischen Versuche statt, wo die Lokalisationen auf Photographien der Hand und des Gelenkes aufgezeichnet werden;

aber auch in diesen Versuchen — es wird über die Stellung des Armes nichts mitgeteilt[1]) — erfahren wir bloß die Richtung der Fehler in bezug auf die Hand selbst und gar nicht in bezug auf die andern Körperteile, was doch ebenso wichtig ist.

Dann ist, soviel man aus den nicht sehr klaren Versuchsbeschreibungen entnehmen kann, keine gebührende Rücksicht auf die reine Unwissentlichkeit des Verfahrens genommen worden; wenn ein Beobachter Gelegenheit bekommt, seine Fehler zu bemerken, so treten allerlei unwillkürliche und nicht ohne weiteres berechenbare Verbesserungstendenzen ein. Dieser Einwand betrifft am entschiedensten alle Versuche, die zu unserer dritten Klasse gehören; sonst müßte man sicherlich längst zu einigen der auffallenden Erscheinungen gekommen sein, die sich in den folgenden Versuchen manifestiert haben.

Endlich muß ich auf eine nicht geradezu als Fehlerhaftigkeit zu bezeichnende, aber immerhin bedenkliche Unterlassung hinweisen. Es sind nämlich die Stellungen der gereizten Glieder nie systematisch und vergleichsweise variiert worden; ja, wie wir soeben sahen, ist die Stellung meistens nicht einmal eindeutig notiert worden. Aber doch hätten die erstaunlichen Angaben von Bloch schon im Jahre 1884 auf diesen Punkt aufmerksam machen sollen.

Infolge solcher methodologischer Unvollkommenheiten stehen die bisher gewonnenen Ergebnisse, selbst über Täuschungen, in keinem Verhältnis zu dem dafür aufgewendeten Fleiße und Scharfsinn. Die Zahl der Ergebnisse überhaupt ist sehr karg, und die der leidlich begründeten ist noch kleiner. Einige Forscher haben stark betont, daß die Lokalisationen eine distale Tendenz haben; aber andere, wie wir gesehen haben, finden im Gegenteil, daß die Tendenz proximal ist; und schon der allererste, Volkmann, bemerkte, daß trotz gleicher Versuchsbedingungen die verschiedenen Personen verschiedene Tendenzen hätten. Sodann ist von einem Forscher (Henri) behauptet worden, daß die Lokalisationen sich den »Grenzlinien« annähern; aber diese von vornherein schwach unterstützte Angabe wird sofort nachher negiert (Washburn, Pillsbury).

Die glaubwürdigeren Entdeckungen scheinen also auf folgende vier Punkte zusammenzuschrumpfen: die von Henri beobachtete Tendenz,

[1]) Henri sagt nur: »Die Versuchsperson hält ihren Vorderarm und ihre Hand auf einen Tisch« (Die Raumwahrnehmung des Tastsinnes, S. 118).

die Lage des gereizten Arms zu tief vorzustellen; die ebenfalls von ihm beobachtete Tendenz, bei der Blicklokalisation die Richtung nach dem Körper zu zu bevorzugen; die Angabe von Kramer und Moskiewicz, daß der eine Arm, wenn er zum andern symmetrisch gestellt werden soll, zu einer bequemeren Stellung neigt; und die Beobachtung von Pearce, daß die Lokalisation eines Reizes nach einem simultanen Nebenreize zu abgelenkt wird.

5. Die gegenwärtigen Versuche und der Gebrauch der »wahrscheinlichen Abweichung«.

Der weitaus überwiegende Teil der folgenden Versuche ist in den Jahren 1903—1905 im psychologischen Institut zu Leipzig ausgeführt worden, dessen Direktor, Herr Geheimrat Prof. Wundt, mir fortwährend die freundlichste Unterstützung jeder Art gewährt hat, wofür ich ihm meinen herzlichsten Dank ausspreche. Als Beobachter haben gedient außer mir selbst: die Herren Heyde, Bode, Wabeke, Keller, Grünbaum, Kafka, Ziembinski, Wollert, Woellert, die Fräulein Baldauf, Kaminke, Seiler, die Herren Drs. Moore, Lipsius, Fischer, Fröles, Knopf, Herr Dr. Graf Salvadori, Herr Professor de Ugarte und die Herren Assistenten Drs. Krueger und Wirth; davon haben sich einige Herren (besonders Herr Heyde) die ganze Zeit hindurch beteiligt und die langwierigen und zuweilen schmerzhaften Versuche mit unerschrockenem Eifer ausgehalten. Herrn Dr. Krueger, der die Freundlichkeit hatte, das Manuskript durchzulesen, verdanke ich manche wertvolle Verbesserungen. Die Figuren sind durch die gütige Unterstützung von Frau Dr. Gräfin Salvadori zustande gekommen. Wenn im folgenden etwas für die Wissenschaft gewonnen wird, so haben alle diese liebenswürdigen Mitarbeiter sehr großen Anteil daran.

Die Zahl der einzelnen Lokalisationen hat sich auf ungefähr 6000 gehäuft; sie war keineswegs willkürlich, sondern durch zwei Momente bestimmt. Das erste Moment bezog sich auf die Zahl der Versuchsanordnungen, und mußte sich nach der Komplexität der Aufgabe und der erstrebten Vollständigkeit der Lösung richten. Das zweite Moment dagegen bezog sich auf die Zahl der einzelnen Versuche innerhalb jeder Versuchsanordnung, und diese Zahl ist nur durch die Wahrscheinlichkeitsgesetze bestimmt worden; die Versuche

wurden allemal so lange fortgesetzt, bis die wahrscheinlichen Abweichungen auf genügend kleine Bruchteile der hauptsächlich in Betracht kommenden Erscheinungen herabgesetzt waren. Die wahrscheinliche Abweichung des variabeln Fehlers habe ich nach bekannter Formel gleich $\frac{v}{\sqrt{2n}}$ angenommen, wo v dem mittleren variabeln Fehler und n der Zahl der in v berechneten Fälle gleich ist. In ähnlicher Weise ist die wahrscheinliche Abweichung des konstanten Fehlers gleich $\frac{v}{\sqrt{n}}$ gesetzt, wo v und n dieselben Bedeutungen haben. Wenn zwei Beobachtungsserien unter gleichen Bedingungen vorgenommen worden sind, dann ist der »wahrscheinliche Unterschied« zwischen den beiden Mittelwerten gleich $\sqrt{p_1^2 + p_2^2}$ gesetzt worden, wo p_1 und p_2 die wahrscheinlichen Abweichungen der betreffenden Serien sind.

Natürlich gelten diese Formeln genau nur für Fehler, die sich in die normale Wahrscheinlichkeitskurve einordnen, was strenggenommen nicht oft zutreffen dürfte. Aber annähernd wenigstens scheint diese Kurve eine sehr allgemeine Gültigkeit zu besitzen; und mehr wie annähernde Gültigkeit ist bei vernünftigem Gebrauche der wahrscheinlichen Abweichung durchaus nicht erforderlich. Nach meinen Erfahrungen über Lokalisationsfehler würden obige Formeln etwas zu große Werte liefern; eine kleine Diskrepanz in dieser Richtung kann aber nicht schaden[1]).

Im praktischen Gebrauch der Formeln sind folgende vier Regeln am wichtigsten. Die erste ruft in Erinnerung, daß die empirisch bestimmte wahrscheinliche Abweichung nur einen Annäherungswert für die wahre wahrscheinliche Abweichung (d. h. die Abweichung, welche wirklich die gleiche Wahrscheinlichkeit hat, übertroffen wie nicht erreicht zu werden) darstellt; daher, wenn n kleiner ist, so wird die empirisch bestimmte wahrscheinliche Abweichung nicht nur größer, sondern auch an sich weniger zuverlässig; doch bleibt sie, wie ich

[1]) Theoretisch dürfte diese Diskrepanz darauf hindeuten, daß die Verteilungskurve der Fehler nach oben sich etwas verflacht, was eigentlich bei allen sensorischen Unterscheidungen geschehen müßte, wenn dem Begriffe der »Schwelle« irgendeine objektive Bedeutung zukommen sollte; denn sonst würde die Unterscheidungsfähigkeit nicht in einem speziellen Gebiet, sondern nur ganz allmählich verschwinden.

meine, selbst bei fünf oder sechs Fällen lehrreich genug, und deshalb gebe ich sie jedesmal an.

Die zweite Regel besagt, daß eine Abweichung vom Mittelwert erst dann eine besondere Berücksichtigung verdient, wenn sie mindestens dreimal größer als die wahrscheinliche Abweichung ist; ganz ebenso muß der Unterschied zwischen zwei Mittelwerten mindestens dreimal größer als ihr wahrscheinlicher Unterschied ausfallen, bevor er einer Erklärung bedürftig wird; um Zufall ganz auszuschließen, muß der beobachtete Wert den wahrscheinlichen um das Fünffache übertreffen, und dabei muß auch n groß sein[1]).

Die dritte Regel beruht darauf, daß der Begriff des »zufälligen Fehlers« einen elastischen Umfang hat, welcher niemals in der Folgerung größer sein darf als in der Begründung. Nehmen wir den Fall an, daß dieselbe Hautstelle bei derselben Gliederstellung mehrmals hintereinander geprüft wird. Trotz der Gleichheit der Bedingungen wird jede Lokalisation etwas verschieden von der andern ausfallen; und aus dieser Verschiedenheit berechnet man einen variabeln Fehler und eine wahrscheinliche Abweichung, welche beide als »erster Ordnung« bezeichnet werden können, und welche für viele Zwecke vollkommen genügen; z. B. wenn man die Diskrepanz der Ergebnisse zweier alternierender Versuchsbedingungen überlegen will. Aber zuweilen, besonders in neuen Versuchsstunden, bemerkt man eine Verschiebung der Gesamttendenz der Lokalisationen; um auch über solche Schwankungen zweiter und seltenerer Ordnung Rechen-

[1]) Es scheint mir also die Größe der wahrscheinlichen Abweichung von nur geringer Wichtigkeit zu sein, wenn man nicht ihr Verhältnis zur wahrscheinlichen Häufigkeit der Abweichungen anderer Größen im Auge behält. Folgende Tafel (Auszug aus meinem Aufsatz im American Journal of Psychology, 1904, S. 76) stellt dieses Verhältnis für die normale Wahrscheinlichkeitsstreuung dar. Theoretisch sind zwar etwas verschiedene Wertsysteme noch möglich, die auch als »wahrscheinlich« zu bezeichnen sind; ein solches haben wir z. B., wenn zwei normale Wahrscheinlichkeitsstreuungen aufeinander superponiert sind, von denen die eine sehr steil und die andere sehr flach verläuft (schon bei vier bis fünf Komponenten wird der Gesamtverlauf wieder annähernd normal); aber solche Fragen haben hier wenig praktisches Interesse, weil es uns, wie schon gesagt, nur auf rohe Annäherungswerte ankommt.

Wenn die beobachtete dividiert durch die wahrscheinliche Abweichung	=	1	2	3	4	5	6,
dann ist ihre wahrscheinliche Häufigkeit ungefähr	=	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{23}$	$\frac{1}{143}$	$\frac{1}{1250}$	$\frac{1}{19000}$

schaft zu geben, muß man die Versuche der Zahl nach sehr weit ausdehnen, und n nicht aus Einzelfällen, sondern aus angemessenen Gruppen hernehmen; demgemäß werden sowohl der mittlere variable Fehler, als auch die wahrscheinliche Abweichung größer sein; diese Schwankungen seltenerer Ordnung werde ich zukünftig als »systematisch variable« Fehler bezeichnen. Noch umfangreicher wird der Begriff der zufälligen Abweichung, wenn man auch noch die individuellen Verschiedenheiten darunter bringen will; diese dritte Ordnung ist ebenso leicht berechenbar, und lieferte zuweilen den zweckmäßigsten Wert. Also, die wahrscheinliche Abweichung ist nicht in starrer, mechanischer Weise, sondern mit eingehender Berücksichtigung aller Verhältnisse des je vorliegenden Falles anzuwenden; kurz, die Zahlen sind als eine Waffe der Vernunft, mitnichten als eine Dispensation davon zu gebrauchen.

Die vierte Regel erinnert daran, daß es weitere und noch schlimmere Gefahren gibt, diejenigen, welche von der Individualität des Forschers, von den herkömmlichen wissenschaftlichen Vorurteilen, von der notwendigen Beschränktheit und Unnatürlichkeit des Experiments überhaupt herrühren; alle solche Störungen lassen sich nicht variieren und dadurch eliminieren. Deshalb darf die Wahrscheinlichkeitsrechnung — obwohl ein logisches Glied in der Verwertung psychomathematischer Werte, dessen Vernachlässigung überall irreführende Ergebnisse großzieht — sich doch nie anmaßen, die ganze logische Kette zu sein.

II. Teil. Die segmentale Täuschung.

1. Halbwissentliches Verfahren.

a. Versuchsbedingungen.

In einer Hinsicht konnte ohne Bedenken der Weg aller früheren Forscher gegangen werden, indem nämlich besondere Aufmerksamkeit der Lokalisation auf der Hand und dem Arme gewidmet wurde; denn hier bietet die Haut offenbar die größte Bequemlichkeit der Beobachtung und den weitesten Umfang der Sensibilität. Und meinen neuen Zwecken kam auch die Bewegungsfreiheit dieses Gliedes sehr gelegen.

Aber in bezug auf mechanische Hilfsmittel für die experimentelle Untersuchung konnte die Einfachheit meiner Vorgänger nicht mehr beibehalten werden. Denn es wurde jetzt verlangt, erstens, irgendeinen beliebigen aus einer großen Anzahl vorher gewählter Hautpunkte sofort reizen zu können; zweitens, dieselbe Reizung bei jeder späteren Gelegenheit und in jeder der vorher gewählten Gliedstellungen wiederholen zu können; drittens, die suchende Hand in möglichste Nähe der gereizten Hautstelle, jedoch ohne Berührung, herankommen zu lassen; und viertens, jede Lokalisation vollständig zu registrieren.

Zu diesen Zwecken wurde die Volarfläche des Unterarms des Beobachters von einer dazu modellierten und gut gefütterten Gipsform aufgenommen. Aus der Unterlage der Form stiegen vier vertikale Stäbchen empor, welche unmittelbar über der oberen Armfläche ein feines horizontales Drahtnetz[1]) trugen. Die ganze kastenartige Einrichtung lag verschiebbar auf einem Tisch und wurde nach einer von mehreren darauf markierten Stellungen jedesmal genau justiert.

Der Beobachter saß an einem bestimmten Ort vor dem Tische, die Augen wurden geschlossen, der Arm in den Kasten gelegt, und letzterer, nach einigen vorbereitenden unregelmäßigen Bewegungen, in eine der markierten Stellungen gebracht. Der Reiz erfolgte mit einem dünnen Drahte, der leicht durch die Maschen ging; die Intensität des Reizes war die, welche der Beobachter für die günstigste hielt. Während der Reizung mußte der Beobachter auf die vermeintliche Stelle mit einem Stifte, der gerade so dick war, um nicht durch die Maschen zu dringen, von obenher hinzeigen. Der begangene Fehler wurde dann durch die auf den Maschen angebrachten Koordinaten registriert; wenn der Beobachter z. B. die Lokalisation auf einen Punkt: zwei Maschenreihen unterhalb und drei rechts von der Reizstelle verlegte, so schrieb man ins Protokoll $y = -2$, $x = +3$; durch diese Zahlen konnte man nun sowohl die Fehler sich wieder genau vor Augen führen, als auch allerlei Berechnungen vornehmen.

In dieser Weise wurde jeder von sechs Beobachtern an 30 Punkten auf der Dorsalfläche des linken Vorderarms, je in vier Stellungen, gereizt. Die Punkte, sowie auch die Stellungen, welche während

[1]) Sieben Maschen pro Zentimeter.

jeder Versuchsreihe unregelmäßig variiert wurden, sind in Fig. 1 gezeigt. Die ganze Serie von 120 Lokalisationen konnte in drei Sitzungen, jede von einer Stunde Dauer, leicht gewonnen werden.

Fig. 1.

b. Objektive Ergebnisse.

Da diese erste Versuchsgruppe einen mehr rokognoszierenden Charakter haben sollte, so hatte sie eine möglichst große Variation der Bedingungen erstrebt; die Ergebnisse konnten dann nach den verschiedensten Merkmalen — Längsverteilung, Querverteilung, Entfernung vom Gelenke, Flexion des Ellbogens, Flexion des Schultergelenkes, individuellen Variationen usw. — vergleichsweise gruppiert werden. So war man imstande, dieselben Daten wiederholt zu benutzen, und den weitesten Überblick in der kürzesten Zeit zu gewinnen. Dafür aber mußte jede Gruppe, um eine genügende Anzahl von Fällen darzubieten, eine mehr oder weniger gemischte Natur bekommen, wodurch feinere Züge vielleicht verschleiert und entgegengesetzte Wirkungen teilweise neutralisiert worden sind.

Der mittlere variable Fehler stellte sich in einer Größe von annähernd 16,7 mm[1]) heraus; davon war die Komponente in der Längsrichtung des Armes 13 mm[2]), und die in der Querrichtung 10 mm[3]). Wenn man dieses Gesamtergebnis in kleinere Gruppen zerlegt, so glaubt man auf den ersten Eindruck hin beträchtliche

[1]) $\pm$ 0,4 mm ($v = 16{,}7$; $n = 720$). Für diesen Wert sind die Ergebnisse aller drei Sitzungen desselben Beobachters zusammengestellt worden, wodurch der variable Fehler (dank dem »systematisch variabeln« Fehler) etwas größer ausfällt, als wenn jede Sitzung allein für sich genommen wäre; vgl. S. 411.

[2]) $\pm$ 0,3 mm ($v = 13$; $n = 720$).

[3]) $\pm$ 0,3 mm ($v = 10$; $n = 720$).

Unterschiede in den Fehlergrößen, je nach dem Reizort, der Armstellung und der Individualität, zu erblicken; aber nach Berechnung der wahrscheinlichen Abweichung zeigt sich allemal die Beweiskraft doch nicht hinreichend, um gegen eine bloße Zufallsvorspiegelung zu schützen; und wenn man durch Ausdehnung der Gruppen die wahrscheinliche Abweichung herabsetzt, vermindern sich im selben Maße auch die Unterschiede. Vermutlich sind irgendwelche derartige Unterschiede sehr klein, und jedenfalls erfordert ihre Entdeckung eine viel ausführlichere Versuchsserie als diese.

In bezug auf den konstanten Fehler ist der Schein noch täuschender; sehr verschiedene Arten der Gruppierung und der Betrachtung der Verhältnisse der Glieder untereinander erwecken den Eindruck einer starken Differenzierung der Fehlerrichtung. Aber auch hier wieder halten die Erscheinungen einer strengeren Prüfung fast niemals stand; eine Ausnahme jedoch, vorerst noch wenig sichtbar, trat gerade bei solcher genaueren Prüfung klar zutage, indem sie dadurch von den überdeckenden, auffallenderen Zufälligkeiten befreit wurde. Sie besteht in einem konstanten Fehler im Sinne der Längsachse des Armes, welcher in der Nähe des Ellbogens eine distale Richtung hat, aber, mit Entfernung vom Ellbogen allmählich kleiner werdend und durch den Wert Null hindurchgehend, in eine proximale Richtung umschlägt. Die Größen und die Wendung ersieht man aus Tabelle I.

Tabelle I.

Entfernung vom Ellbogen (mm)	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
Mittlerer konstanter Fehler in der Längsachse des Armes (mm)[1]	6,1	2,4	1,9	0,1	0,7	12,1	10,0	13,2	10,9	13,5
Richtung des Fehlers (+ bezeichnet distal, — » proximal	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—

Dieses Ergebnis läßt sich auch anschaulich machen durch die in Fig. 2 gegebene graphische Darstellung, wo die Abszissen die Entfernungen vom Ellbogen, die Ordinaten die Fehler darstellen.

Noch viel ergiebiger kann dasselbe Ergebnis in der numerischen Korrelation zwischen dem Fehler und der Entfernung vom Ellbogen verwertet werden; da findet man nach der bekannten Bravaisschen

[1]) ± 1,5 mm ($v = 13$; $n = 72$).

Formel, daß der Korrelationskoeffizient sich auf 0,89 (± 0,04) beläuft[1]). Aber jede scheinbare Korrelation wird durch die »Beobachtungsfehler« (hier die variabeln Lokalisationsfehler und auch, in minimalem Grade, die örtlichen Fehler beim Ansetzen der Reizspitze) unrechtmäßig vermindert[2]). Da solche Einflüsse nichts mit dem konstanten Fehler an sich zu tun haben, so sollten sie möglichst eliminiert werden, wodurch die Korrelation auf 0,94 steigt[3]).

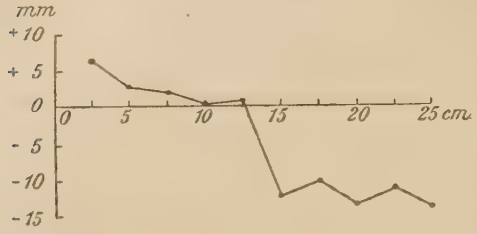


Fig. 2.

Die numerische Korrelation hat den Vorteil vor der graphischen Darstellung, daß sie mit andern ähnlichen Erscheinungen vergleichbar ist (wovon wir auf S. 425 Nutzen ziehen werden). Auch ist nur die numerische Korrelation außer Gefahr, bloß durch Zufall vorgespiegelt zu sein, indem man sofort sehen kann, daß ihr (unkorrigierter) Betrag 20mal so groß wie ihre wahrscheinliche Abweichung ist, und also nicht einmal in Milliarden Fällen durch bloßen Zufall zu erwarten wäre. Eine graphische Darstellung dagegen vermag zwar sehr leicht ein Sicherheitsgefühl zu erzeugen, schwerlich aber, es zuverlässig zu begründen.

Aber dem Zufall ist in der Tat, wie erst die numerische Behandlung lehrt, die scheinbare Unvollständigkeit der Korrelation (in der graphischen Darstellung kommt sie durch die Unregelmäßigkeiten der Kurve zum Ausdruck), hauptsächlich wenigstens, zuzuschreiben; denn nach Elimination der unrechtmäßigen Einflüsse wird diese Unvollständigkeit beinahe so klein wie die wahrscheinliche Abweichung; daraus ist zu schließen, daß möglicherweise bei Häufung der Versuche

---

[1]) Wo bekanntlich die vollständige Korrelation durch 1,0 dargestellt wird. Bei solchen spärlichen Daten ist natürlich an mehrere Koeffizienten zur schärferen Bestimmung der Korrelation nicht zu denken.

[2]) Diese Verminderung ist leicht aus dem Grenzfall zu ersehen, wo die Beobachtungsfehler so groß sind, daß die erlangten Werte so gut wie zufällig sind. In solchen Werten kann offenbar auch von der größten tatsächlichen Korrelation kaum noch eine Spur sich kundgeben.

[3]) Siehe Anhang II.

die Kurve schließlich zu einer geraden Linie werden würde, obwohl eine ganz geringe Krümmung etwas wahrscheinlicher ist[1]).

Wenden wir uns jetzt zur Deutung dieses konstanten Fehlers in der Richtung der Längsachse des gereizten Armes. Suchen wir zu bestimmen, welches Glied oder Gelenk dafür verantwortlich ist.

Es könnte zwar von vornherein gegen alle derartigen Bestimmungen überhaupt der Einwand gemacht werden, daß eine Lokalisation immer nur relativ sein kann, während die Bestimmung der Herkunft des Fehlers eine Kenntnis des absoluten Raumes in Anspruch nehmen würde; aber eine solche unvermittelte Hineinziehung der Relativitätstheorie wäre verfrüht und nur irreführend; überall müssen wir uns zunächst so ausdrücken, als ob wir Kenntnis von einem absoluten Raum besäßen. Wenn z. B. der Schütze die Scheibe verfehlt, so behauptet niemand, daß sich die Scheibe verschoben, sondern eben, daß er fehlgeschossen hat.

Die Fehlerquelle kann nun vierfacher Art sein (s. S. 404): entweder liegt sie am rechten oder am linken Arm, und in beiden Fällen kann sie entweder artikular oder segmental sein. Von diesen vier Möglichkeiten lassen sich zwei ohne weiteres ausscheiden. Eine artikulare Täuschung am linken Arm[2]) ist schon deshalb nicht anzunehmen, weil dann der Fehler für jede Stellung in nur einer Richtung gelegen hätte, während er doch, wie gesagt, in der Hälfte der Fälle seine Richtung geradezu umkehrt; außerdem müßte dann der Fehler bei gestrecktem Arm (wie in Stellung 1 und 2, Fig. 1) in der Querstatt in der Längsrichtung liegen. Und ebensowenig ist eine segmentale Täuschung am rechten Arm glaubhaft, da man darunter hauptsächlich eine Über- oder Unterschätzung der Armlänge verstehen müßte, was gar nicht mit der Fehlerrichtung übereinstimmt;

[1]) Es kommt zwar manchmal vor, daß Forscher ausführliche Schlüsse schon unmittelbar aus ihrer graphischen Darstellungsweise zu ziehen wagen; aber es fragt sich noch, wie oft solche Schlüsse einen dauerhaften wissenschaftlichen Fortschritt darstellen! Ein Beispiel dieses mehr intuitiven Forschungsverfahrens liefern einige von Pearce angegebene Kurven, welche der unsrigen sowohl äußerlich wie innerlich sehr nahe stehen (Archiv f. d. ges. Psychologie, I, S. 47). Aber Pearce (dessen sonstige Ergebnisse ich übrigens sehr schätze) will, statt die »Zick-Zack-Eigenschaft« seiner Kurven mathematisch auf Zufall zurückzuführen, ihr eine wichtige — vorläufig allerdings geheime — Bedeutung zuschreiben.

[2]) Das heißt, eine falsche Schätzung des Gelenkwinkels an der Schulter oder auch am Ellbogen.

und wenn man auch auf der Möglichkeit einer seitlichen Täuschung bestehen wollte (wie sie einer Krümmung des Gliedes entsprechen würde), so müßten wiederum alle Fehler nur nach einer Seite zu liegen.

Weniger zu verwerfen ist die artikulare Täuschung des rechten Arms; denn in der Stellung 2, in welcher der linke Vorderarm annähernd eine Tangente zu der Flexionsbewegung des rechten Arms bildet, könnte der beobachtete Fehler ganz wohl daher rühren, daß alle seitlichen Abweichungen des rechten Armes von einer gewissen Mittellage überschätzt würden; aber in den andern Stellungen, 1, 3 und 4, ist diese Auffassung nicht mehr haltbar, da in diesen Fällen die Richtung des Fehlers merklich von der Längsrichtung des linken Vorderarms abweichen müßte, was doch nicht der Fall ist. So bleibt nur die vierte Möglichkeit übrig, eine segmentale Täuschung am linken Arm anzunehmen. Auf diese haben wir übrigens schon hingewiesen, indem wir vorgreifend den Fehler als in der Längsachse des gereizten Gliedes gelegen bezeichnet haben; hiernach ließe sich der Verlauf der Fehler am einfachsten und treffendsten so zusammenfassen, daß eine allgemeine Tendenz stattfand, nach der Mitte des gereizten Unterarms hin zu lokalisieren.

Auch in der Querachse ist eine analoge zentripetale Tendenz merkbar; denn die ulnare Reihe von Reizstellen lag 40 mm von der radialen Reihe abseits, während die mittlere kreuzweise Entfernung der entsprechenden Lokalisationen nur 38 mm betrug; da aber schon die wahrscheinliche Diskrepanz $\pm$ 0,9 mm[1]), also beinahe die Hälfte der beobachteten Diskrepanz ist, so dürfte auf letztere nicht zu viel Gewicht zu legen sein.

Unter allen andern scheinbaren Lokalisationstendenzen bietet nur noch eine die erforderliche Beweiskraft; sie besteht in einer allgemeinen Neigung, die Lokalisation um eine Strecke im Betrag von 4 mm[2]) nach dem radialen Rande des gereizten Vorderarmes zu zu verschieben. An sich ist die Richtung kaum scharf genug bestimmbar, um zu entscheiden, ob wir hier wieder dieselbe Art Täuschung wie vorher haben, oder ob nicht vielmehr die Schuld am rechten suchenden Arm liegt; in der Tat wird die nächste Versuchsgruppe zeigen, daß diesmal die letztere Alternative viel wahrscheinlicher ist, und daß

[1]) $v = 10$ mm; $n = 240$.

[2]) $\pm$ 0,5 ($v = 10$, $n = 720$).

die betreffende Tendenz von einem Mangel in der Methode herrührt, indem die suchende Hand immer von dieser radialen (natürlichen) Richtung herankam (s. S. 428—429).

Die individuellen Variationen der konstanten Fehler zeigten sich zwar größer als die des variabeln, aber immerhin als nicht groß genug, um für erwiesen gelten zu dürfen. Als umfassendstes Beispiel hierfür berechnen wir die mittleren konstanten Fehler der gesamten Lokalisation je einer Person; diese bieten dann untereinander eine mittlere Entfernung von ungefähr 5 mm, welches nur doppelt so viel ist wie die durch Zufall wahrscheinliche Entfernung. Auffallender als die eigentlichen Individualitäten sind hier (und auch in allen andern Versuchen) die auf S. 411—412 beschriebenen »systematisch variabeln« Fehler; aber ich wüßte nichts Bestimmtes von ihnen auszusagen, außer daß sie bei gestörter Stimmung der Beobachter stärker hervorzutreten pflegen.

c. Subjektive Ergebnisse.

Da die subjektiven Wahrnehmungen sowohl bei den verschiedenen Beobachtern, als auch in den verschiedenen Versuchsserien überraschend kleine Abweichungen zeigen, so können sie gleich jetzt ausführlich beschrieben und bei Schilderung der später folgenden Versuche unnötige Wiederholungen unterlassen werden; nur Ausnahmen oder Änderungen sollen dort erwähnt werden. Wenn es irgend anging, wurden alle solche Wahrnehmungen in der Form freier Erzählung aufgenommen; und wenn gelegentlich direkte Fragen sich unbedingt notwendig machten, so waren diese wenigstens von solcher Form, daß eine Suggestion möglichst vermieden wurde; vor allem wurde angestrebt, die unmittelbaren inneren Beobachtungen möglichst ohne reflexionsmäßige Umgestaltung zu Protokoll zu bringen.

Der allgemeine Gang der Lokalisation wird von H. folgendermaßen geschildert: »Im ersten Moment der Berührung habe ich eine Vorstellung des Ortes der berührten Hautstelle und des suchenden Stiftes. Ich gehe mit dem Stift in die Nähe der Hautstelle; dann suche ich, indem ich mit dem Stift hin und her fahre, die Stelle, die der Berührung am nächsten zu sein scheint; oder in einer ausgezeichneten Region suche ich etwa die Mitte.«

Diese Vorstellungen der berührten und suchenden Stellen wurden als unmittelbare Erlebnisse beschrieben; keineswegs entsprangen sie

aus Lagenvorstellungen der mehr zentralwärts liegenden Körperteile, da letztere oft ganz konfus, schwankend, oder gar nicht vorgestellt wurden. Eine Beeinflussung der Lokalisation durch »Bewegungsimpulse« konnte nicht beobachtet werden. Der einzige scheinbar einflußreiche Nebenumstand bestand darin, daß mit Annäherung des suchenden Stiftes der Reiz selbst stärker zu werden schien, und diese Verstärkung dann oft als Wegweiser gebraucht wurde.

Der spezifisch sensorische Charakter der Lagevorstellungen konnte selten als wirklich visuell bezeichnet werden; B., M., F. und S. vermeinten überhaupt, daß sie visuelle Komponenten im normalen Verlauf dieser Lagevorstellungen entdecken könnten; für H. waren sie zwar zeitweise wahrnehmbar, aber auch dann erschienen sie als bloß begleitende und unwesentliche Umstände; meine eigene Erfahrung stimmte mit der von H. überein. Aber dieser Mangel an visuellen Komponenten erzeugte kein entsprechendes Vorherrschen der Tastkomponenten; für die unmittelbare innere Beobachtung waren die Vorstellungen der Glieder großenteils, wie man es ausdrückte, »abstrakt«; fast eher aus logischer Bedrängnis schien es zu geschehen, wenn die meisten Beobachter schließlich zugaben, daß alles doch wirklich entweder visuell oder taktil sein müßte.

Einstimmig waren die Beobachter darin, daß die Lokalisationsschärfe außerordentlich schwankte, und daß sie durch Änderungen in der Reizintensität gesteigert wurde; während der Berührung wurde die Lokalisation allmählich unklarer, aber im Moment des Aufhörens wurde die Klarheit plötzlich viel größer als selbst am Anfang. Zuweilen hatte die Lagevorstellung eine überraschende Bestimmtheit, und dann vollzog man die Lokalisation mit entsprechendem Sicherheitsgefühl; dabei aber konnte ganz wohl der aktuelle Fehler sogar abnorm groß ausfallen. Einige Personen glaubten die Richtung vom Kopfe aus besser als die Entfernung schätzen zu können; mit andern Personen war dieses umgekehrt; alle fanden Versuche in Stellungen 3 und besonders 4 schwieriger als in 1 und 2; aber in keinem von diesen Fällen zeigte der aktuelle Fehler eine entsprechende Zu- oder Abnahme[1]). Auch haben mit wachsender Gewöhnung an die

[1]) Für die Stellungen 1, 2, 3 bzw. 4 waren die mittleren Fehler 16,2, 17,2, 15,7, bzw. 16,8 mm. ($\pm$ 0,88, da n = 120 und v = 17,6 im Durchschnitt; man sieht, daß, wie gewöhnlich, die durch Berechnung zu erwartenden Schwankungen ein wenig größer als die tatsächlich beobachteten ausfallen; s. S. 410).

Versuche alle Personen ihre Lokalisationen entsprechend zu verbessern gemeint; dies aber traf objektiv nicht immer zu. Immer jedoch, wenn die Versuchsbedingungen wirklich konstant blieben, und trotzdem die Beobachter im allgemeinen besser oder schlechter zu lokalisieren glaubten, dann entsprachen dieser subjektiven Meinung auch regelmäßig die objektiven Messungen.

In diesen Versuchen traten außer dem konstanten Fehler auch einige Täuschungen, und zwar mehr qualitativer Art zutage. Die frappanteste war die schon erwähnte scheinbare Verstärkung des Reizes bei Annäherung des suchenden Stiftes; zuerst glaubte ich, daß der Druck des Stiftes auf dem Drahtnetz der reizenden Spitze wirklich mechanisch mitgeteilt würde; dagegen aber fand ich, daß die scheinbare Verstärkung ebenso auffallend blieb, wenn man den Stift möglichst leise ansetzte, und auch dann, wenn die Lokalisation ganz falsch war; in späteren Versuchen (besonders den »aktiv-aktiven« und den schmerzhaften, S. 442 und 466) wurde jeder Zweifel aufgehoben; denn die Täuschung wiederholte sich noch stärker, unter Bedingungen, wo mechanische Übertragung absolut unmöglich war. In dieser Erscheinung läßt sich der Unterschied zwischen assoziativer und logischer Täuschung besonders deutlich und lehrreich beobachten; denn eine Täuschung der ersten Art wirkt als Ursache, eine logische Täuschung dagegen ist die Folge des scheinbaren Druckzuwachses; der Zuwachs nämlich scheint dem Beobachter eine unmittelbare Bewußtseinstatsache zu sein (erst nachträglich suchen wir diese Tatsache durch Assoziation mit der Annäherungsvorstellung zu erklären); aber sobald er den Zuwachs empfindet, so schließt er rückwirkungsweise — blitzschnell, jedoch bewußt —, daß die Annäherung wirklich geschieht.

Eine andere interessante Täuschung war folgende: Gewöhnlich erzeugten die sukzessiven Reize Tast-, Kälte- und Schmerzempfindungen in bunter Abwechslung; zuweilen aber erzeugte ein einziger Reiz sowohl Kälte, als auch Schmerzempfindung, und zwar an verschiedenen Orten; bei einer solchen Gelegenheit konnte ich konstatieren, daß die Lokalisation des Schmerzes gut mit dem Reize übereinstimmte, während die der Kälte ungefähr 3 cm entfernt war.

Eine weitere beobachtete Täuschung bestätigte eine Mitteilung von Henri, indem der Beobachter H. erklärte, er hätte die Tendenz, den gereizten Arm viel zu niedrig liegend vorzustellen.

Zum Schluß muß ich auf einen Umstand aufmerksam machen, welcher den Versuchspersonen die Möglichkeit gab, ihre Fehler teilweise kennen zu lernen, und weshalb die ganze Versuchsserie als »halbwissentlich« bezeichnet werden mußte. Nach jeder Lokalisation nämlich durfte der Beobachter die Augen öffnen; dabei bekam er zwar keineswegs eine Kenntnis der wirklich gereizten Hautstelle, da das feine Drahtnetz alle Spuren des Reizes auf der Hand völlig verdeckte; wohl aber konnte er bemerken, welche Stellung der ganze Arm erhalten hatte, und dadurch die Lagevorstellung davon zugunsten des nächsten Versuches korrigieren; und das Eintreten solcher Korrektion ist meines Dafürhaltens noch lange nicht dadurch widerlegt, daß keine Person sie beabsichtigte oder bemerkte. Da eine solche Korrektion nicht die Hautstelle, sondern nur die Gliedstellung traf, so war sie geeignet, wohl die obige segmentale Täuschung hervortreten zu lassen, aber dabei die etwa vorhandene Tendenz zu einer artikularen Täuschung einstweilen unwirksam zu machen. Infolge solcher Erwägungen änderte ich nunmehr die Versuchsbedingungen dahin um, daß die Beobachter die Augen die ganze Zeit geschlossen hielten; und dabei trat in der Tat eine artikulare Täuschung von solcher Größe hervor, daß die segmentale jetzt davon völlig überdeckt wurde; nur in zwei weiteren Versuchsgruppen wurde die erstere Täuschung wieder beseitigt, so daß die segmentale nochmals rein zutage trat. Diese zwei Versuchsgruppen wollen wir von der chronologischen Reihe abtrennen und gleich jetzt näher untersuchen.

2. Die Täuschung nach eingetretener Übung.

Die jetzt zu besprechende Versuchsgruppe lag in Wirklicheit nach der zehnten (s. S. 445); denn erst dann hatte ich wieder Gelegenheit, unter Ausschluß des artikularen Fehlers zu experimentieren; ich erlangte dessen Unterdrückung durch die mittels Blicklokalisation gewonnene Übung. Die Versuchseinrichtung ist auf S. 435—436 beschrieben; sie unterschied sich von den vorigen Versuchsanordnungen im wesentlichen dadurch, daß die Augen der Beobachter die ganze Zeit verbunden waren; auch wurde der auf S. 418 gerügte Mangel beseitigt, indem jetzt die suchende Hand sich der gereizten Hautstelle von jeder der vier Hauptrichtungen gleich oft näherte.

Der erste Beobachter, S., wurde 16mal an jeder von fünf Stellen

der dorsalen Fläche des linken Vorderarms und der Hand in unregelmäßiger Reihenfolge gereizt. Die mittleren Lokalisationen für jede Stelle sind in Fig. 3 (*a*) dargestellt; die wahrscheinliche Abweichung beträgt 5 mm[1]), also nur ungefähr ein Fünftel der jetzt wieder auftretenden zentripetalen Tendenz an beiden Enden des Unterarmes (Hand mit eingeschlossen).

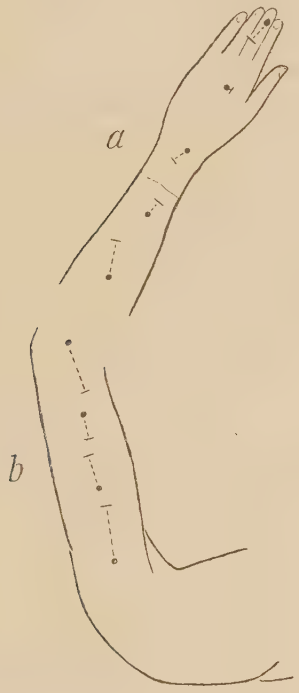


Fig. 3.

Fig. 4.

Dieselbe Person wurde nach einer längeren Pause an vier Stellen des Oberarms gereizt. Fig. 3 (*b*) stellt die mittleren Lokalisationen dar[2]); offenbar ist die zentripetale Tendenz noch stärker als vorhin.

Es blieb noch übrig, festzustellen, ob diese Tendenz sich nur auf das Zentrum des Gliedabschnittes als solchen bezog, oder ob sie sich auf das Zentrum irgendeines beliebigen gereizten Hautgebietes erstreckte; zu diesem Zwecke wurde nun ein anderer Beobachter H.

[1]) $v = 21$ mm; $n = 16$.

[2]) Mit einer wahrsch. Abw. von 4 mm ($v = 18$; $n = 19$).

den ganzen Arm entlang, wieder in unregelmäßiger Reihenfolge, gereizt. Die mittleren Lokalisationen sind in Fig. 4 dargestellt[1]); deutlich genug hat das Experiment gezeigt, daß das Anziehungszentrum nicht an anatomische Verhältnisse gebunden ist, sondern sich nach dem jeweilig gereizten Gebiet richtet.

Interessant ist, zu beobachten, daß trotz der langen vorangegangenen Übung die variabeln Fehler sogar etwas größer als die derselben Personen in der ersten »halbwissentlichen« Versuchsgruppe sind[2]): die Bedingungen sind zwar etwas, aber doch nicht viel günstiger.

In dieser Versuchsgruppe hatte H. eine Doppelempfindung von merkwürdig regelmäßigem Verlauf; er erklärte nämlich, daß er bei jeder Reizung des Oberarms zwei deutlich voneinander verschiedene Empfindungen habe, eine stärkere, ihm nähere (diese wurde lokalisiert, und entsprach vermutlich dem wirklichen Reiz), und eine schwächere entferntere; die letztere habe einen seltsam einheitlichen Charakter. Den weiteren Verlauf der Erscheinung beschrieb er folgendermaßen: »Die beiden Empfindungen scheinen am Schultergelenk viel weiter voneinander entfernt zu sein, als am Ellenbogen, die subjektive Schätzung der Entfernung bewegt sich zwischen 8 und 2 cm. Die Entfernung der beiden Empfindungen nimmt von der Schulter nach dem Ellenbogen zu ab, und zwar in regelmäßiger Weise, bis beide am Ellenbogen in eine Empfindung verschmelzen.«

3. Wissentliches Verfahren.

Nur noch in einer der von mir durchgeführten Versuchsgruppen geschahen die Lokalisationen an verschiedenen benachbarten Hautstellen und unter Beseitigung der sonst alles überdeckenden artikularen Täuschung, und zwar im Verlaufe der auf S. 445 beschriebenen Versuche. Hier wurde nicht in unregelmäßiger Reihenfolge gereizt, sondern zuerst wurde der Finger abgefertigt, dann der Handrücken, und so ging es weiter bis zur Schulter. Die nachträgliche Kenntnis des vom Beobachter begangenen Fehlers wurde ihm diesmal in möglichst genauer Weise vermittelt; als Vorübung machte der Beobachter H. sechs sukzessive Lokalisationen des Reizes am Finger, und jedesmal wurde ihm der begangene Fehler sofort

[1]) Mit einer wahrsch. Abw. von 6 mm ($v = 19$; $n = 9$).

[2]) Hier sind sie 21, 18 und 19 mm; dort waren sie 18 und 17.

gezeigt; dabei verschwand ganz allmählich ein anfangs 90 mm großer konstanter Fehler, ohne daß der Beobachter ihn zu korrigieren beabsichtigte; die räumliche Änderung fand in dem unmittelbaren Empfindungserlebnis statt. Nachher kamen die gültigen Versuche, wo an jedem Ort erst viermal mit nachträglicher Mitteilung des Fehlers und dann viermal ohne diese lokalisiert wurde.

Die mittleren Lokalisationen sind in Fig. 5 dargestellt[1]); bei den Versuchen, wo der Beobachter von dem (unmittelbar) vorhergehenden Fehler Kenntnis genommen hatte, besaß der konstante Fehler (im Durchschnitt für den ganzen Arm) eine Größe von 21 mm[2]); ohne diese betrug er 29 mm[3]); in beiden Fällen war die Richtung des Fehlers dieselbe.

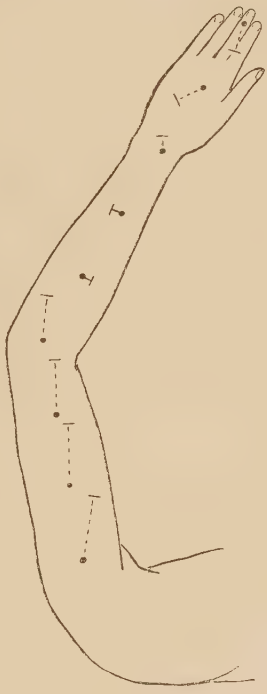


Fig. 5.

Am Finger ist der konstante Fehler vieldeutig; er könnte wieder derselben Natur wie in den Fig. 3 und 4 sein, nur von Lokalisationen an früheren Tagen beeinflußt, oder er könnte ein Rest der artikularen Täuschung sein; er könnte endlich auch bloß ein »systematisch variabler« Fehler, oder selbst reines Zufallsergebnis sein[4]). Aber wenn wir nur den fortschreitenden Gang des Fehlers ins Auge fassen, so leuchtet ein, daß, je weiter die Versuche gegen die Schulter hinauf steigen, der Fehler desto entschiedener von einer proximalen in eine distale Richtung übergeht; wir haben also ganz dasselbe Phänomen wie in den obigen Versuchsgruppen; auch die numerische (unkorrigierte) Korrelation beträgt hier 0,88[5]), also fast genau dasselbe, wie die früher berechnete (S. 416). Besonders lehrreich ist diese Versuchsgruppe in bezug

[1]) Mit einer wahrsch. Abw. von 6 mm ($v = 18{,}3$; $n = 8$).
[2]) Mit einer wahrsch. Abw. von 3 mm ($v = 18{,}3$; $n = 36$).
[3]) Mit einer wahrsch. Abw. von 3 mm ($v = 18{,}4$; $n = 36$).
[4]) Denn der Betrag ist nur dreimal so groß wie die wahrscheinliche Abweichung.
[5]) $\pm 0{,}04$.

auf die Dauer der Beeinflussung durch vorhergehende Lokalisationen. Denn wenn diese Dauer ganz kurz wäre, so hätte die distale Tendenz schon beim ersten Wechsel der Reizstelle (also am Handgelenk) ihr Maximum erreichen müssen; aber man sieht im Gegenteil, daß, während die Versuche durch die ganze Sitzung gegen die Schulter fortschreiten, gleichzeitig auch die distale Tendenz in fortwährendem Wachstum begriffen ist. Alles deutet darauf hin, daß die täuschende Beeinflussung der vorhergehenden Lokalisationen wenigstens durch eine ganze Stunde hindurch nachwirkt.

Da nun eine ganz ähnliche zentripetale Tendenz[1]) auch an allen andern Körperteilen vorzuliegen scheint (vgl. z. B. S. 453), so möchte ich schließlich die Ergebnisse in bezug auf die segmentale Täuschung in möglichst hypothesenfreien Ausdrücken zusammenfassen und als vorläufiges empirisches Gesetz folgendes aufstellen:

Folgen an benachbarten Hautstellen mehrere Lokalisationsversuche aufeinander, so entwickelt sich allmählich eine starke, dauerhafte Verschiebung der Lokalisationstendenz nach dem Zentrum des gereizten Hautgebietes zu.

III. Teil. Die artikulare Täuschung.

1. Tastlokalisation am linken Arm.

a. Der Unterarm liegt parallel zur Querachse des Körpers.

Um alle Vorgänge und Erscheinungen, die bei der segmentalen Täuschung zu konstatieren waren, im Zusammenhang miteinander erledigen zu können, haben wir in vorgreifender Weise über weiter unten folgende Versuchsgruppen berichten müssen. Von nun an jedoch werden wir die ursprüngliche Reihenfolge beibehalten, wodurch der gelegentliche Einfluß der fortschreitenden Übung der Versuchspersonen leichtern zu überschauen sein wird.

Wir kommen jetzt zur vierten Versuchsgruppe, welche sich von der ersten auf S. 413 beschriebenen hauptsächlich darin unterscheidet, daß die Augen der Versuchspersonen während der Dauer der

[1]) Mit dieser zentripetalen Tendenz dürften wohl auch die merkwürdigen Doppelempfindungen von H. einen Zusammenhang haben.

Versuchsreihe geschlossen bleiben. Außerdem ist die Methode in folgender Weise verbessert worden: Die reizende Spitze wird nicht mehr einfach in der Hand des Experimentators gehalten, sondern an einer mechanischen Einrichtung befestigt; der Reiz kann an jeder beliebigen Hautstelle geschehen und später genau wiederholt werden; auch die Druckstärke ist gut kontrollierbar. Das früher benutzte Drahtnetz ist nun durch eine Blechscheibe ersetzt, worauf für jede Versuchsuntergruppe ein neues Stück weißes Papier festgeklemmt wird; auf diesem Papier werden alle Lokalisationen unmittelbar registriert, wodurch man sich die langwierige Ausrechnung der Koordinaten erspart. Der rechte suchende Arm des Beobachters liegt jetzt in einer Binde, welche von der 5—6 m hohen Decke des Zimmers herabhängt; in dieser Weise läßt sich der Arm mit möglichst wenig Anstrengung und unter Vermeidung von allerhand störenden Berührungen in beliebiger Richtung bewegen; durch eine kleine Flexion des Handgelenkes bringt der Beobachter seinen Stift zur Papierfläche hinab, und auf dieser zeigt er sodann die vermeintliche Stelle des gleichzeitigen Reizes; ich kann vorweg sagen, daß diese Binde sich vorzüglich bewährt hat; sie hat verschiedene störende Bedingungen fern gehalten, aber sonst weder den variabeln noch den konstanten Fehler im geringsten modifiziert.

Die Beobachter waren dieselben wie in der ersten Versuchsgruppe, mit der Ausnahme, daß ich selbst durch Wa. ersetzt wurde. Der gereizte Arm blieb während der Dauer einer Versuchsreihe ruhig liegen; der Oberarm lag senkrecht, der Unterarm parallel zur Querachse des Körpers. Zwei Hautstellen, 5 cm unterhalb des Ellbogens, bzw. 3 cm oberhalb des Handgelenks, wurden abwechselnd geprüft; jedesmal wurden 16 Einzelversuche gemacht und daraus Mittelwerte gewonnen; aus allen solchen Mittelwerten für dieselbe Hautstelle wurden schließlich die Gesamtmittelwerte berechnet. Durch die verbesserte Methode konnte man jetzt die Versuche doppelt so rasch wie in der ersten Versuchsgruppe ausführen, wodurch man eine größere Serie von unmittelbar vergleichbaren Werten bekam. Im ganzen wurden 656 Einzellokalisationen gewonnen.

In bezug auf die Richtung, in der die suchende Hand sich der gereizten Stelle näherte, durfte der Beobachter nicht mehr ausschließlich in der natürlichen Weise vorgehen; jetzt mußte er vielmehr von

rechts, links, vorn und hinten sukzessiv ausgehen, und insbesondere mußten die Untergruppen von je 16 Einzellokalisationen gleich oft mit jeder der vier Richtungen anfangen. Die erstrebten Vorteile bestanden darin, nicht nur den Einfluß der Richtung zu entdecken und zu eliminieren, sondern auch zu verhindern, daß sich die sukzessiven Lokalisationen in mechanische Wiederholungen abschwächten, statt jedesmal wirklich neue Wahrnehmungen zu sein. Auf dem Papier wurde jede Richtung durch ein besonderes Symbol gekennzeichnet.

Der konstante Fehler oder die »Täuschung« läßt sich offenbar durch die Linie von der Reizstelle zur Stelle der mittleren Lokalisation darstellen. Als mittlere Lokalisation war in der ersten Zeit einfach der Kreuzungspunkt der zwei geraden Linien angenommen worden, welche die Gruppe der Einzellokalisationen parallel, bzw. senkrecht zum Körper des Beobachters halbierten; später glaubte ich größere Genauigkeit dadurch zu erzielen, daß ich für die mittlere Lokalisation den Schwerpunkt aller Einzellokalisationen ausrechnete; bei größeren Versuchsreihen kamen diese zwei Punkte immer dicht nebeneinander zu liegen.

Der mittlere variable Fehler wurde zuerst einfach dem Radius eines Kreises gleich gesetzt, welcher die Stelle der mittleren Lokalisation zum Zentrum hatte und die Einzellokalisationen derart in zwei Hälften teilte, daß die eine Hälfte innerhalb, die andere außerhalb der Peripherie lag; auch in dieser Hinsicht habe ich später einen genaueren Wert gesucht, indem ich die durchschnittliche Entfernung der Einzellokalisationen von ihrem Schwerpunkte mit 0,84435 multiplizierte [1]); bei größeren Versuchsreihen stimmte auch dieser Wert sehr annähernd mit demjenigen überein, welchen die einfachere Methode ergab.

Wir wollen zunächst betrachten, wie die Ergebnisse durch die verschiedene Bewegungsrichtung beeinflußt wurden, in welcher der lokalisierende Arm herankam. Die Beobachter selbst wollten kaum an irgendeine Beeinflussung glauben, da sie, einmal an der scheinbaren Region der Reizung angelangt, zur näheren Ortsbestimmung derselben überall bequem herumtasten durften; sie sagten, wenn

[1]) Nach bekannter Wahrscheinlichkeitsformel ist die wahrscheinliche Abweichung = der durchschnittlichen Abweichung $\times$ 0,84435.

es störende Einflüsse gäbe, so könnten diese jedenfalls nicht in einer konstanten Tendenz, sondern nur in herabgesetzter Genauigkeit bestehen, da allerdings bei den weniger gebräuchlichen Richtungen das erste instinktmäßige Herankommen der Hand etwas an Sicherheit zu verlieren scheine. Objektiv nun war es gerade umgekehrt; die Ausgangsrichtung zeigte keinen Einfluß auf den variabeln, wohl aber auf den konstanten Fehler; denn bei jeder Person trat eine individuelle Neigung hervor, entweder durchweg nach dem Ausgangspunkte hin zurückzubleiben, oder aber durchweg zu weit vorzudringen; in beiden Fällen war die Größe der Diskrepanz in allen vier Richtungen für denselben Beobachter ganz gleich, aber sie war ungleich für verschiedene Versuchspersonen. Die erstere Tendenz des Zurückbleibens überwog; denn sie fand sich bei vier Personen und hatte einen durchschnittlichen Betrag von 10 mm, während das zu weite Vordringen nur bei zwei Personen geschah, und dann nur 6 mm betrug; im Durchschnitt also blieb eine kleine Tendenz nach dem Ausgangspunkt zu bestehen, welche mit der auf S. 418 beobachteten Tendenz gegen den Ulnarrand des Armes vollkommen übereinstimmt. Durch gleichmäßiges Ausgehen von allen vier Richtungen tritt nun zwar der konstante Lokalisationsfehler viel reiner hervor; dafür aber wird der variable Fehler unrechtmäßig vergrößert, es sei denn, daß man ihn für jede Richtung besonders berechnet. Wenn man nämlich alle Versuche zusammenstellt, ohne Rücksicht darauf, daß sie von verschiedenen Ausgangspunkten aus gewonnen worden sind, so hat der variable Fehler eine Größe von 18,1 mm[1]). Wenn man ihn dagegen für jede Richtung allein nimmt, so beträgt er 16,1 mm[2]). Er ist also kaum größer als in der ersten Versuchsgruppe, obwohl, wie wir bald sehen werden, der konstante Fehler enorm gewachsen ist. Beide Arten von Fehlern, der variable und der konstante, sind also nicht merklich voneinander abhängig.

Die konstanten Fehler sind in Fig. 6 angegeben[3]); sie belaufen sich auf nicht weniger als 64 bzw. 65 mm. Ihre Richtungen deuten

[1]) $\pm$ 0,5 mm ($v = 18{,}1$; $n = 656$).

[2]) $\pm$ 0,4 mm ($v = 16{,}1$; $n = 656$).

[3]) Mit wahrsch. Abw. von nur 0,9 mm ($v = 16{,}8$; $n = 328$). Selbst die wahrscheinliche Abweichung größter Ordnung, welche sich aus den individuellen Variationen ergibt (S. 412), ist nur 5 mm ($v = 13$; $n = 6$), und würde auf der Figur kaum bemerkt werden.

offenbar darauf hin, daß sie ganz verschieden sind von der Täuschung, die wir im vorigen Abschnitt behandelten; aber sie sind um so schwieriger zu enträtseln, als sie möglicherweise von irgendeiner der vier Fehlerquellen (S. 404) herrühren könnten; sie lassen sich als eine Unterschätzung der Länge des rechten Unterarms, oder aber als eine Rechtsdrehung um die rechte Schulter[1]), zur Not sogar als eine Unterschätzung der Entfernungen vom linken Ellbogen auffassen. Aber viel genauer paßt die vierte Deutungsmöglichkeit: durch eine scheinbare Linksdrehung um die linke Schulter. Denn wie die unterbrochenen Linien zeigen, liegen beide Lokalisationen auf Kreisen, welche durch die Reizstellen gehen und dieses Schultergelenk zum Zentrum haben; in beiden Fällen beträgt die Abweichung ungefähr 13,5° nach links. Schließlich können vielleicht mehrere dieser Fehlerquellen gleichzeitige sich summierende Wirkungen ausgeübt haben.

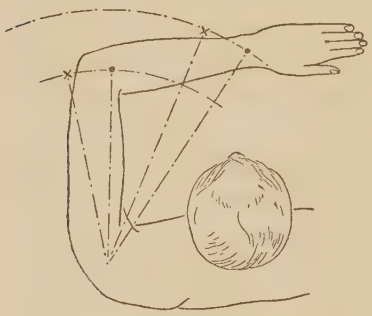


Fig. 6.

Diesmal traten auch die individuellen Variationen des konstanten (aber nicht des variabeln) Fehlers viel deutlicher zutage. Denn die mittlere Abweichung der mittleren Lokalisationen je einer Versuchsperson belief sich auf 13 mm, d. h. über siebenmal so viel wie die bloß wahrscheinliche zufällige Abweichung (erster Ordnung)[2]), aber immerhin ein kleiner Wert gegenüber dem konstanten Fehler selbst. Auch spielten die »systematisch variabeln« Fehler hier eine größere Rolle als vorher.

Auch durch subjektive Beobachtung konnte die Ursache der Täuschung nicht besser aufgeklärt werden. Alle Beobachter sagten, daß die Lokalisation ausschließlich durch die unmittelbaren räumlichen Eigenschaften der Empfindungen bewerkstelligt werde; wenn eine konstante Tendenz vorhanden wäre, so wollten sie sie vorzugsweise

[1]) Man muß sich immer vergegenwärtigen, daß eine z. B. nach links ausfallende Lokalisation zwar für den gereizten Arm eine Linkstäuschung, aber für den suchenden Arm eine Rechtstäuschung bedeutet.

[2]) 1,7 mm.

dem rechten Arm zuschreiben, da dessen Lage weniger deutlich vorgestellt wurde als die des Reizes; einmal jedoch machte H. die bedeutungsvolle Bemerkung, daß sein linker Arm allmählich nach links zu rücken scheine. Im übrigen stimmten die subjektiven Wahrnehmungen mit denen in der ersten Versuchsgruppe überein.

b. Der Unterarm liegt nach vorn ausgestreckt.

Durch diese veränderte Stellung des gereizten Armes, unter Beibehaltung aller andern Versuchsbedingungen, konnte man hoffen, der Täuschung näher auf den Grund zu kommen.

Die Ergebnisse in bezug auf den Einfluß des Ausgangspunktes, wie auch die Variationen zwischen den Individuen, entsprachen ganz denen der vorigen Versuche. Der mittlere variable Fehler wurde etwas größer; aus allen Lokalisationen derselben Person für dieselbe Hautstelle zusammen berechnet, betrug er 20,2 mm[1]); wenn man für jeden Ausgangspunkt eine besondere Rechnung ausstellt, so sinkt der Mittelwert auf 18,4 mm[2]) herab. Die mittleren konstanten Fehler sind in Fig. 7 dargestellt[3]); die schon vorhin sehr gezwungen erschienene Deutung, daß sie durch Unterschätzung der Entfernungen vom Ellbogen bewirkt würden, kann man jetzt definitiv verwerfen; aber die andern drei Deutungen sind alle noch denkbar, obwohl auch hier wieder eine scheinbare Linksdrehung um die linke Schulter viel genauer mit den Beobachtungen übereinstimmen würde; denn auch hier liegen beide Lokalisationen sehr annähernd auf den Kreisen durch die Reizstellen, und zwar gleichfalls mit einer Abweichung nach links von ungefähr 13,0°.

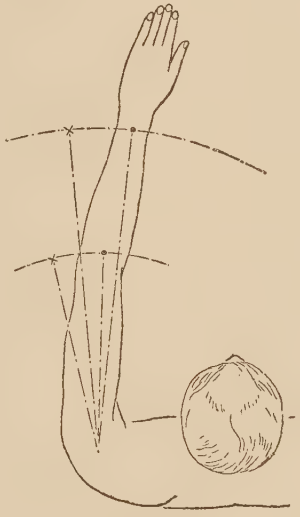


Fig. 7.

---

[1]) ± 0,6 mm ($v = 20{,}2$; $n = 634$).

[2]) ± 0,5 mm ($v = 18{,}4$; $n = 634$).

[3]) Mit einer wahrscheinlichen Abweichung von 1 mm; aus den individuellen Variationen gerechnet, steigt sie bis 5 mm wieder.

Nunmehr möchten wir einen Einwand entkräften, den uns der Leser wohl seit einiger Zeit gemacht haben wird: in dieser ganzen Klasse von Lokalisationsversuchen kommt nämlich der Stift des Beobachters überhaupt nicht bis zur gereizten Haut, sondern vermag auf die vermeintliche Stelle nur von oben her hinzuzeigen, so daß also vielleicht nicht die Tastempfindungen als solche, sondern der vertikale Zwischenraum zwischen dem Stift und der Haut die Schuld an der Täuschung tragen könnte. Nun sind aber die letzten zwei Versuchsgruppen derart eingerichtet worden, daß sie diesem Einwand möglichst vorbeugen sollten. Dabei ging ich von der Erwägung aus, daß, wenn der vertikale Zwischenraum einen beträchtlichen Einfluß wirklich ausübte, dieser Einfluß eine Abhängigkeit vom Betrage des Zwischenraums aufweisen müßte. In der einen Hälfte der Versuche mußte daher der Beobachter den Stift möglichst kurz fassen, so daß die Fingerspitzen nur ungefähr 2 cm über der gereizten Haut schwebten; in der andern Hälfte dagegen wurde der Stift möglichst lang gehalten, so daß sich die Fingerspitzen ungefähr 12 cm höher als die gereizte Haut befanden; die Stifthaltung wurde allemal von mir korrigiert, wenn der Beobachter den Stift merklich schief hielt. Es stellte sich nun heraus, daß selbst diese Versechsfachung des vertikalen Zwischenraums kaum einen merkbaren Unterschied in den Ergebnissen erzeugte: der variable Fehler betrug bei kurzer Fassung des Stiftes 19 mm[1]), bei langer 19,2 mm[2]), und die konstanten Fehler stimmten so genau miteinander überein, in bezug sowohl auf die Größe, als auf die Richtung, daß die Gesamtmitte der Lokalisationen, die man durch jede der beiden Methoden erhielt, obgleich ihre Stellen 72 mm von der wirklichen Reizstelle entfernt lagen, doch innerhalb einer Grenze von 2 mm miteinander zusammenfielen[3]).

c. Entwicklung der Täuschung.

In den zwei vorhergehenden Versuchsgruppen schien die Täuschung erst nach mehreren Lokalisationen ihre volle endgültige Größe zu erreichen. Um diesen Entwicklungsprozeß genauer und reiner zu

[1]) $\pm$ 0,5 mm ($v = 19$; $n = 640$).
[2]) $\pm$ 0,5 mm ($v = 29{,}2$; $n = 640$).
[3]) Die wahrscheinliche zufällige Entfernung ist 1,1 mm. $\left(\sqrt{2} \times \frac{19{,}1}{\sqrt{640}}\right)$.

beobachten, zog ich mir jetzt einen neuen, mit den bisherigen Versuchen unbekannten Beobachter U. zu Hilfe. In dieser 6. Versuchsgruppe wurden nicht nur die Lokalisationen, sondern auch ihre Reihenfolge registriert. Zwar sind dann die Ergebnisse zu sehr durch den variabeln Fehler getrübt, als daß man viel mit den Einzellokalisationen anfangen könnte, wohl aber ließen sich Mittelwerte von je vier Lokalisationen, besonders bei einem so ausnahmsweise

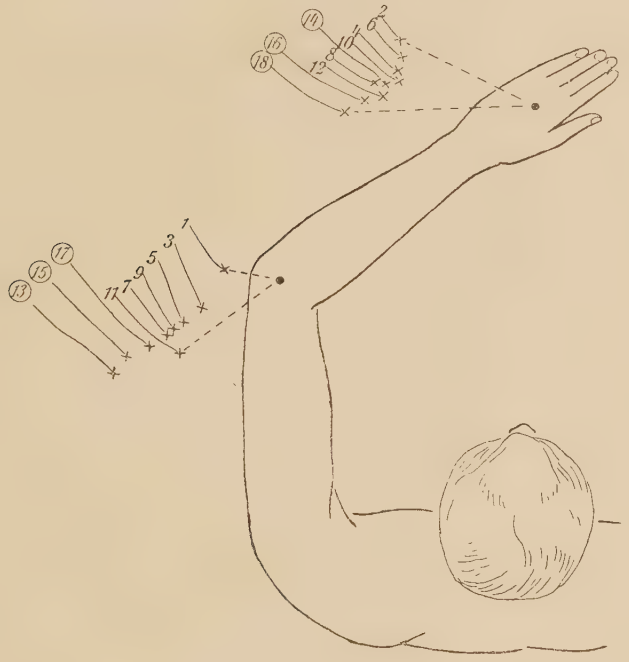


Fig. 8.

konsequenten Beobachter wie U., zur Untersuchung ausgeprägterer Erscheinungen erfolgreich verwenden. Die vier zusammen verwerteten Lokalisationen hatten immer je eine der vier Ausgangsrichtungen (S. 427—428).

Aus den Ergebnissen wollen wir diesmal zuerst die konstanten Fehler hervorheben. Diese sind in Fig. 8 dargestellt[1]), wobei die

[1]) Für die mittleren Abw. läßt sich nur ein Maximalwert aufstellen (siehe den folgenden Absatz), der den wahren jedenfalls beträchtlich übertrifft; jener wäre $\pm$ 6,7 mm ($v = 13{,}4$; $n = 4$).

Nummern die Reihenfolge anzeigen. Die allgemeine Richtung ist, wie man sieht, dieselbe wie bei den andern Personen in der 4. und 5. Versuchsgruppe; der endgültige Betrag ist noch viel größer. Bis nach der 48. Einzellokalisation (Nummer 12 auf der Figur) blieb der Arm unbewegt; der Fehler entwickelt sich ganz allmählich, und zwar in einem asymptotischen Verlaufe; denn schon nach sechs Einzellokalisationen hat er beinahe, aber selbst nach achtundvierzig hat er kaum vollständig das Maximum erreicht. Hierauf zwischen jeder der 24 nachfolgenden Einzellokalisationen bewegte ich diesen (linken) Arm des Beobachters unregelmäßig hin und her; trotzdem entwickelte sich der Fehler immer ruhig weiter; am Ellbogen, wo die Versuche anfingen und deshalb durch die Entwicklung etwas gehemmt wurden (siehe im folgenden S. 445), schwang die Lokalisation zuerst über das Ziel hinaus, kehrte dann aber bald zurück ins Gleichgewicht.

Da hier der »konstante« Fehler eben aufhört konstant zu bleiben, so wird die Ausscheidung des rein variabeln (d. h. zufälligen) Fehlers nicht mehr gut ausführbar. Höchstens läßt sich ein Maximalwert ermitteln, indem man die Entfernungen der Einzel- von ihren entsprechenden Mittellokalisationen mißt, wodurch man einen Mittelwert von 13,4 mm[1]) bekommt; aber von diesem Betrag kommt wegen der sich fortentwickelnden »konstanten« Fehler (sowie auch wegen der Verschiedenheit der Ausgangsrichtungen) ein beträchtlicher, jedoch schwer bestimmbarer Teil in Abzug. Eine solche Vermischung des rein variabeln mit dem konstanten Fehler ist nun nicht einmal auf das Entwicklungsstadium des letzteren beschränkt; denn dieser konstante Fehler, obwohl keineswegs ungesetzmäßig, ist doch durch viele schwer kontrollierbare Einflüsse starken Schwankungen unterworfen (wie wir in Teil V sehen werden). Dies ist auch der Grund, weshalb ich auf S. 405 zu der Behauptung kommen mußte, daß alle experimentellen Ergebnisse über Lokalisationsfeinheit ziemlich wertlos bleiben, bevor man alle Täuschungsbedingungen gründlich erforscht hat.

2. Blicklokalisation am linken Arm.

a. Die Täuschung längs des ganzen Arms.

In der 4. bis 6. Versuchsgruppe ist die Zurückführung der Täuschung auf ihre Quelle zwar mit einiger Wahrscheinlichkeit, aber

[1]) $\pm$ 2,4 mm ($v = 13{,}4$; $n = 48$), wieder als Maximalwert.

immer noch nicht ganz sicher geschehen. Es wurde daher jetzt zu einer neuen Lokalisationsmethode übergegangen; der Beobachter sollte nämlich statt der rechten Hand die Blicklinien auf die vermeintliche Reizstelle dirigieren[1]).

Zuerst suchte ich das Verfahren möglichst natürlich zu gestalten: 2 cm über dem gereizten Arm, in horizontaler Ebene, lag ein großer schwarzer, mit einem Spiegel bedeckter Schirm; 2 cm über dem Schirm schwebte ein Modell des Armes. Der Beobachter sah in den Spiegel hinein, und nahm ein Bild wahr, welches sich von der wirklichen visuellen Wahrnehmung des Armes nur dadurch unterschied, daß es unabhängig von der taktilen Wahrnehmung desselben verschiebbar war; er sollte nun dieses Spiegelbild so einstellen, daß es in bezug auf seine räumliche Lage mit der taktilen Wahrnehmung übereinstimmte. Bei dieser Versuchsordnung konnte ich leider nicht die erwünschte Genauigkeit erlangen; denn jede neue Stellung des Armes ändert auch dessen Gestalt, so daß kein Modell treu bleiben konnte; außerdem ist die Lokalisation einer komplexen diffusen Empfindungsmasse weniger eindeutig als die eines scharf hervortretenden künstlich gereizten Punktes.

Ich mußte also zur künstlichen Reizung zurückkehren; das Spiegelbild des Modells ersetzte ich durch das eines aufrecht auf dem Spiegel stehenden Stäbchens; mittels eines langen Handgriffes verschob der Beobachter das Stäbchen, bis sein Spiegelbild mit der vermeintlichen Stelle des gleichzeitigen Reizes zusammenfiel; der vom Schirme gelieferte schwarze Untergrund begünstigte die Entstehung einer lebhaften Vorstellung des (nicht sichtbaren) gereizten Armes. Dieser selbst lag möglichst nahe unter dem schwarzen Schirm (ungefähr 2 cm davon) auf derselben Gipsmatrix wie früher. Auf den Schultern des Beobachters lag horizontal, einem breiten spanischen Kragen vergleichbar, ein 80 × 70 cm großes Stück Karton, welches den Körper (auch die rechte Hand) und den Rand des Apparates völlig verdeckte, aber

[1]) Wie auf S. 398 u. 401 auseinandergesetzt, hat diese Blicklokalisation bloß eine äußerliche Ähnlichkeit mit der gewöhnlichen Volkmannschen Methode; in letzterer ist die vermeintlich gereizte Stelle nicht eigentlich durch die Richtung der Blicklinien, sondern vielmehr durch Deckung des empfundenen mit einem reproduzierten Sehfelde bestimmt. Bei der Blicklokalisation dagegen hat die Beschaffenheit des Sehfeldes nur den Nebenzweck, die Abweichung der Blicklinien von der wirklichen Stelle genau meßbar zu machen.

den dunkeln Grund, wo der Arm vorgestellt wurde, noch übersehen ließ. Von der Basis des Stäbchens aus erstreckte sich, nach der dem Beobachter entgegengesetzten Seite, ein langer Zeiger, wodurch ich die jeweilige Stellung des Stäbchens genau registrieren konnte; der Zeiger ging durch einen horizontalen Schlitz eines vertikalen Schirms, welcher die ganze Registrierung dem Beobachter verbarg. Der Beobachter mußte das Stäbchen sukzessiv von allen vier Richtungen her heranbringen, um es mit der vermeintlichen Reizstelle in Übereinstimmung zu setzen.

In dieser 7. Gruppe glaubte ich alle Versuche mit nur einem Beobachter Wa. anstellen zu dürfen; denn dieser Herr hatte sich durch die vorigen Versuche als merkwürdig frei von »systematisch variabeln« Fehlern und selbst individuellen Eigentümlichkeiten gezeigt; seine Mittellokalisation hatte immer mit der aller Beobachter zusammengenommen sehr genau übereingestimmt. Jeder von elf Punkten längs des ganzen linken Armes wurde an sechs Tagen täglich sechsmal geprüft. Während einer Sitzung blieb der Arm ruhig liegen. Den Ergebnissen der 5. Versuchsgruppe entsprechend wurden jedesmal zuerst 8 bloß vorbereitende Lokalisationen gemacht, damit die Täuschung sich entwickeln und ins Gleichgewicht kommen konnte; eine solche Vorbereitung an einer Hautstelle genügte für den ganzen Arm und die ganze Sitzung; sie wurde nicht an den Fingern vorgenommen, da die sofort auf diese empfindlichen Körperteile gerichtete Aufmerksamkeit den ersten Eindruck zu befestigen und die Entwicklung der Täuschung zu hemmen schien; jeden Tag entwickelte sich die Täuschung langsamer, obwohl sich dabei ihr endgültiger Umfang kaum verminderte.

Wenn man die Ergebnisse für jede Sitzung getrennt berechnet, so ergibt sich ein mittlerer variabler Fehler von 16 mm[1]); aber wenn man die Resultate aller sechs Tage zusammenwirft, so bekommt man einen variabeln Fehler höherer Ordnung (s. S. 411), welcher auf 25,2 mm[2]) steigt.

Die konstanten Fehler sind in Fig. 9 dargestellt. Obgleich jetzt der Beobachter mit den Blicklinien, statt mit der rechten Hand, nach der vermeintlichen Reizstelle sucht, so sieht man doch, daß der konstante Fehler ohne merkliche qualitative oder selbst quantitative

[1]) $\pm$ 0,6 mm ($v = 16$; $n = 396$).
[2]) $\pm$ 0,9 mm ($v = 25{,}2$; $n = 396$).

Änderung geblieben ist. Jetzt können wir mithin den rechten suchenden Arm, wenigstens der Hauptstelle nach, von der Urheberschaft der Täuschung endgültig freisprechen. (Also gerade das Gegenteil der spekulativen Voraussetzung aller auf S. 396—397 erwähnten Forscher.) Die Hypothese einer segmentalen Täuschung am linken Arm haben wir schon fallen gelassen (s. S. 431). Es bleibt nur noch die Auffassung der Täuschung übrig, auf welche schon alle Beobachtungen mehr oder weniger entschieden hingewiesen haben, nämlich daß sie in einer scheinbaren Linksdrehung des linken Armes um das Schultergelenk besteht.

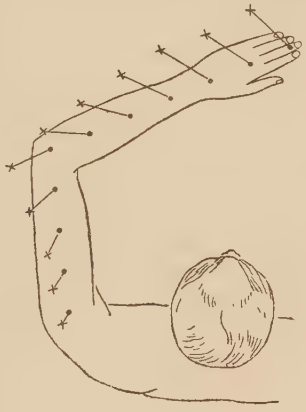


Fig. 9.

Die Fig. 7, welche viel vollständiger als die Fig. 4—6 ist, zeigt jedoch, daß der Drehpunkt nicht ganz genau mit dem Schultergelenk zusammenfällt, sondern eine kleine kontinuierliche Verschiebung aufweist, wodurch die Täuschung schließlich am Schultergelenk selbst nicht ganz verschwindet. Als Erklärung dieser Diskrepanz kann unmöglich der Zufall in Betracht kommen, da die betreffenden Abweichungen viel größer als die bloß wahrscheinlichen sind und außerdem einen vollkommen regelmäßigen, kontinuierlichen Verlauf aufweisen; ebensowenig kann man diese neue zu derjenigen am Schultergelenk hinzutretende Täuschung für segmental halten, denn in diesem Fall wäre sie schon in Fig. 3—5 zum Vorschein gekommen; sie kann also nur artikular sein, und hiermit eindeutig einer Fehlschätzung der jetzt erst als Faktor auftretenden Kopfdrehung (einschließlich Augen) zugeschrieben werden; und in der Tat ist die Annahme einer mit der Linkswendung des Kopfes wachsenden Rechtsdrehung seiner scheinbaren Stellung (im Vergleich zur wirklichen Stellung) in vollster Übereinstimmung mit den beobachteten Diskrepanzen. Alles, was nicht die natürliche Folge obiger zwei Täuschungen am Schulter- und am Kopfgelenke ist, läßt sich ungezwungen als eine allgemeine Unterschätzung der visuellen im Vergleich mit der taktilen Entfernung erklären. Später werden wir sehen, daß eine allgemeine

Fehlschätzung solcher Art bei jedem Beobachter mehr oder weniger vorhanden ist; bei einigen Personen besteht sie in einer Unter-, bei andern in einer Überschätzung. In dieser Versuchsgruppe haben wir also die Täuschung in einen Haupt- und zwei Nebenfaktoren — Linksdrehung des linken Armes, Rechtsdrehung des Kopfes und Unterschätzung der visuellen Entfernung — zerlegen müssen. Es scheinen vielleicht jetzt die Deutungen der konstanten Fehler sich bedenklich kompliziert zu haben; am Ende jedoch werden sie sich in überraschende Einfachheit wieder auflösen.

Die auf S. 421 erwähnte Täuschung, wo der Beobachter die Lage des gereizten Armes zu niedrig annahm, konnte jetzt objektiv gemessen werden; denn an das Stäbchen brachte ich eine auf- und abwärts verschiebbare Scheibe. Diese wurde dann so justiert, daß ihr Spiegelbild dem Beobachter in derselben Tiefe wie seine gereizte Haut erschien; man hätte nun erwarten können, daß die eingestellte Höhe der Scheibe über der spiegelnden Fläche dem tatsächlichen Abstande der Haut unter derselben gleich geworden wäre, sie war aber bei allen Beobachtern mehrere Zentimeter größer.

b. Blick- verglichen mit Tastlokalisation.

Bis jetzt war der Apparat nur gerade groß genug, um einen frontalwärts liegenden Arm prüfen zu können; nun konstruierte ich einen neuen Apparat, der für den ganzen Fühlraum beider Hände ausreichte (s. Fig. 10). Der Kopf des sitzenden Beobachters ragte aus einem großen horizontalen, den Hals eng umschließenden Schirm heraus. Der gereizte Arm lag auf einem Tisch (in der Figur weggelassen) unterhalb des Schirmes, konnte frei in jeder Richtung bewegt werden und war so unterstützt, daß die zu reizenden Hautstellen ungefähr 2 cm unter dem Schirm lagen. Um den andern, das Stäbchen justierenden Arm emporkommen zu lassen, sind zwei Stücke des Schirmes, je rechts und links vom Kopfe, entfernbar; wenn Versuche zu gleicher Zeit an beiden Armen vorgenommen wurden, mußte ich selbst das Stäbchen nach Anweisungen des Beobachters justieren. Ein Spiegel so groß wie der ganze horizontale Schirm hätte manche Schwierigkeiten geboten; da er aber nur dort nötig war, wo das Stäbchen gespiegelt werden sollte, so brachte ich einfach das Stäbchen auf eine spiegelnde Basis. Der Reiz wurde mit der Spitze eines langen Drahtes

gegeben, dessen entgegengesetztes Ende am Rande des Schirmes befestigt war; vor jeder Versuchsreihe wurden beliebig viel Drähte, einer für jede gewünschte Reizstelle, angebracht (in der Figur ist nur ein Draht gezeichnet). Um die Lokalisationen zu registrieren, war ein Stück weißes Papier, groß genug, um die ganze in Betracht kommende Fläche zu decken, auf den Schirm gelegt und leicht befestigt; über

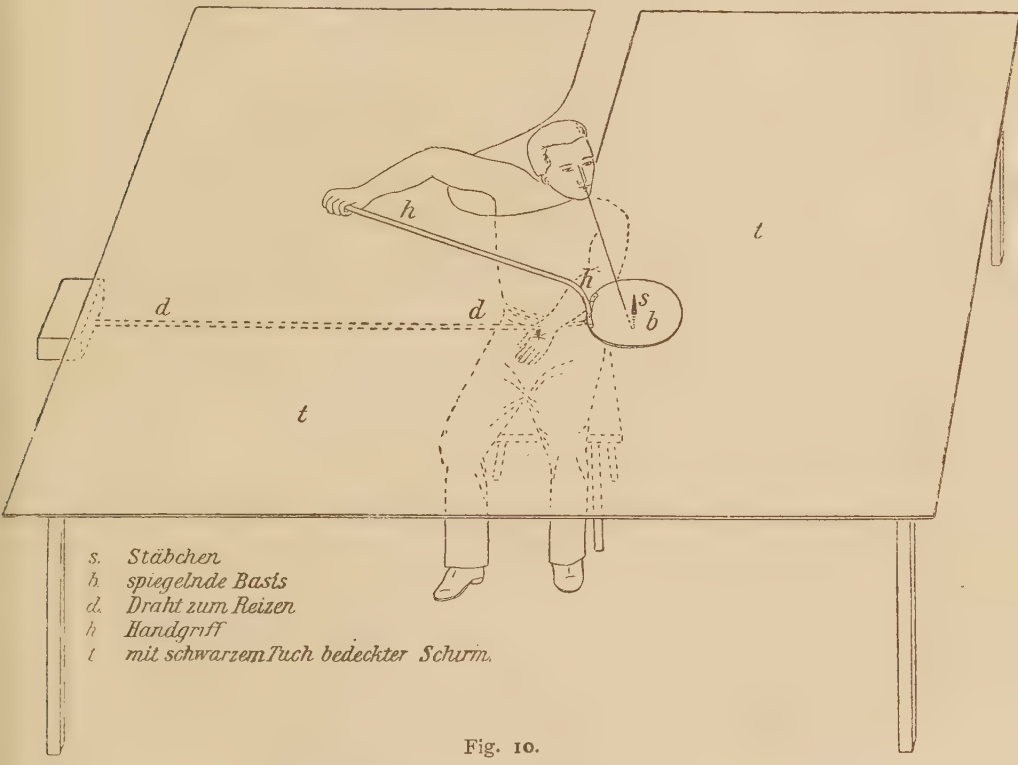


Fig. 10.

dem Papiere und dem ganzen Schirme lag ein schwarzes Tuch; auf dem Tuche stand das Stäbchen, welches der Beobachter hin und her schob, bis das Spiegelbild mit der Stelle des Reizes zusammenzufallen schien; dann führte ich meine Feder unter das schwarze Tuch hin und registrierte genau die Stelle des Stäbchens[1]); diese Stelle blieb

[1]) In Fig. 8 ist der Spiegel rund gezeichnet, um den Reflex des Stäbchens darstellen zu können; aber in Wirklichkeit war der Spiegel nur auf der Seite des Stäbchens nach dem Beobachter zu angelegt, so daß meine Feder leicht bis an die Stelle des Stäbchens selbst herankommen konnte.

dem Beobachter unsichtbar; und um eine jede Erinnerung auszulöschen, wurde nach jeder Lokalisation das schwarze Tuch unregelmäßig verschoben. Damit der Beobachter sich möglichst unabhängig von unmittelbaren visuellen Erinnerungen orientiere, wurden ihm schon einige Schritte vor dem Apparat die Augen verbunden. In dieser Situation wurde er 3—4 mal herumgedreht und jetzt erst in den Apparat gebracht. Diese Versuchsanordnung war ebenso brauchbar für Tastlokalisation.

Die erste Versuchsgruppe mit dem neuen Apparat (die 8. Gruppe überhaupt) sollte Tast- und Blicklokalisation genau miteinander vergleichen. Wieder hat mir Wa. seinen wertvollen Beistand geleistet; dank der merkwürdigen Gleichmäßigkeit seiner Lokalisationen konnte ich die ganze Versuchsgruppe in einer einzigen Sitzung durchführen und damit die Vergleichbarkeit der Werte sehr erhöhen. Selbst mit diesem Beobachter glaubte ich jede Lokalisation wenigstens 10 mal wiederholen zu müssen, wodurch die ganze Gruppe 3 Stunden Versuchszeit beanspruchte; jedes Mittel wurde angewandt, um einer Ermüdung entgegenzuwirken, obgleich bei derartigen Lokalisationen Ermüdung keine merkliche Rolle zu spielen scheint. Es wurden dann 8 Stellen längs des ganzen linken Armes je 10 mal mit Tast-, sowie auch 10 mal mit Blicklokalisation geprüft.

Der sich daraus ergebende mittlere variable Fehler war für Tastlokalisation 15,6 mm[1]); für Blicklokalisation 17,4 mm[2]).

Die mittleren konstanten Fehler sind in Fig. 11 dargestellt[3]). Die Blicklokalisationen (in der Figur die ausgezogenen Linien) bieten offenbar, trotz der neuen Versuchseinrichtung, die befriedigendste Ähnlichkeit mit den früheren (Fig. 10), nur sind die Fehler größer geworden. Die Tastlokalisationen dagegen (in Fig. 11 die unterbrochenen Linien) zeigen zwar denselben allgemeinen Verlauf, aber mit einer ganz regelmäßigen Abweichung; ein Teil dieser Abweichung erklärt sich durch die schon in der letzten Gruppe konstatierte Überschätzung der visuellen Entfernung; der andere Teil ist nur dadurch zu deuten, daß die frühere scheinbare Rechtsdrehung des Kopfes jetzt durch eine solche des rechten Armes ersetzt worden ist. Daß beide Arme eine Täuschung derselben Art aufweisen, kann wohl nicht

[1]) ± 1,1 mm ($v = 13{,}6$; $n = 80$).
[2]) ± 1,4 mm ($v = 17{,}4$; $n = 80$).
[3]) Mit wahrsch. Abw. von 4 bzw. 5 mm ($v = 13{,}6$ bzw. 17,4; $n = 10$).

verwundern; auch wird es später direkt nachgewiesen werden (S. 451); vielmehr hat man eine Erklärung dafür nötig, weshalb die Täuschung vom rechten Arm nicht schon in Fig. 6–8 zum Vorschein gekommen ist, und weshalb sie auch jetzt immer noch nur $^1/_3$—$^1/_4$ der Täuschung des linken Armes beträgt. Auf beide Fragen lassen sich befriedigende Antworten geben. Betreffs der Kleinheit der Täuschung des rechten Armes wird auf S. 459—460 nachgewiesen werden, daß eine artikulare Täuschung sofort auf einen kleinen Bruchteil herabsinkt, wenn man das betreffende Gelenk in Bewegung setzt. Und der Grund, weshalb diese Täuschung am rechten Arme jetzt erst überhaupt zum Vorschein kommt, liegt darin, daß eine artikulare Täuschung außerordentlich leicht hemmbar ist[1]), und daß sie in der Unterbrechung des Verlaufes der visuellen Wahrnehmung durch Schließen der Augen schon einige Schritte vor dem Apparat und durch die sichere Isolierung des Kopfes jetzt erst günstige Bedingungen vorfindet; deshalb ist jetzt auch am linken Arme die Täuschung bedeutend größer als in Fig. 9.

Fig. 11.

Diese Verbesserung der Bedingungen ist nicht minder spürbar in den subjektiven Wahrnehmungen. Der Beobachter Wa. bemerkt, daß seine Lagevorstellungen noch viel abstrakter und allgemeiner geworden seien; es kommt ihm nicht mehr vor, als ob er unter dem Schirm einen Arm von scharf definierter Gestalt hätte, sondern vielmehr, als ob der ganze Raum dort unten er selbst wäre.

[1]) Dieser Satz wird in Abschnitt V bewiesen werden.

c. Vergleich zwischen blickend-passiver, aktiv-passiver und blickend-aktiver Lokalisation.

In den letzten beiden Versuchsgruppen haben wir die Täuschung in einen Haupt- und zwei Nebenfaktoren zerlegen müssen; hierbei aber ist vorausgesetzt, daß die Täuschungswirkungen sich mathematisch summieren. Gegen eine solche Voraussetzung läßt sich manches einwenden. Jastrow[1]) z. B. verglich die räumlichen Schätzungen durch »Hand«, »Arm« und »Auge« miteinander; er fand, daß Entfernungen nach Schätzung mit dem Auge oder mit dem Arm, wenn sie einer mit der Hand geschätzten Entfernung gleich erscheinen sollten, in Wirklichkeit doppelt so groß sein mußten. Daraus könnte man schließen, daß wenigstens das Auge und der Arm gleiche Schätzungen liefern würden; aber im Gegenteil mußte auch hier, um scheinbare Gleichheit zu erreichen, dem Auge eine in Wirklichkeit doppelt so große Entfernung wie dem Arme dargeboten werden. Dies mahnt zur Vorsicht, und wir wollen uns nicht damit begnügen, die Annahme der Zerlegbarkeit in den vorliegenden Fällen leidlich durchführen zu können; vielmehr wollen wir diese Annahme auf ihre allgemeine Richtigkeit prüfen.

Die Einzelbestimmungen, die in die Lokalisation eingehen (S. 401), kombinieren sich zu drei Arten von Hauptfaktoren: einem aktiven Körperglieder, einem passiven, und dem Blick; von diesen gehen nur zwei in jede Lokalisation ein; so z. B. sind in den bisherigen Tastlokalisationen der suchende Arm aktiv, der gereizte dagegen passiv gewesen. Der Kürze halber wollen wir solche Lokalisationen als »aktiv-passiv« bezeichnen. In ähnlicher Weise kam in den Blicklokalisationen neben dem »Blicken« noch der passive gereizte Arm in Betracht; und diese Lokalisation wollen wir gleichfalls möglichst kurz als »blickend-passiv« bezeichnen.

Nun aber kann man ebensowohl »blickend-aktiv« lokalisieren, indem der Blick sich nicht mit der ruhenden, sondern mit der aktiv suchenden Hand zur räumlichen Deckung zu bringen sucht. Dadurch bekommt man schließlich drei Gleichungen zwischen je zwei dieser drei Faktoren; zwar reichen diese nicht aus, wie man vielleicht hoffen könnte, die Gleichungen vollständig zu lösen und so die absoluten

[1]) Mind, XI, 1886, S. 539.

Raumlagen zu bestimmen; wohl aber liefern sie Werte, auf Grund deren man entscheiden kann, ob die drei Faktoren in allen Gleichungen konstant bleiben. Es soll z. B. eine Linie B—P die Richtung und Größe des konstanten Fehlers durch eine blickend-passive Lokalisation, und eine andere Linie A—P den Fehler darstellen, wenn derselbe Reiz aktiv-passiv lokalisiert wird; es fragt sich jetzt: wird eine entsprechende blickend-aktive Lokalisation immer den Fehler B—A hervorbringen?

Um diese Frage zu beantworten, ist eine neunte Versuchsgruppe angestellt worden. Da diese aber die ausgedehnteste und komplizierteste von allen war und den jetzigen Gedankengang allzusehr ablenken würde, so muß ich mich vorläufig auf das Hauptergebnis beschränken. Es stellte sich heraus, daß, solange man die drei Arten von Lokalisationen genügend rein und vergleichbar gestalten konnte (was keineswegs leicht auszuführen war), dann in der Tat der beobachtete blickend-passive Fehler mit der berechneten Linie B—A vollkommen übereinstimmte[1]).

Also, theoretisch wenigstens, muß ich die Voraussetzung der mathematischen Summation der hier in Betracht kommenden Täuschungswirkungen für berechtigt halten; in der Praxis lernte ich aber bald, mit ihr nur sehr vorsichtig umzugehen.

d. Der ganze Fühlraum, bei geübten Beobachtern.

In der zehnten Versuchsgruppe wandte ich mich der Hauptaufgabe zu, welcher der neue Apparat vor allem dienen sollte, der Erforschung der bis jetzt unerreichbaren seitlichen Teile des Fühlraumes. Wa. versuchte an den äußersten Grenzen einer noch bequemen Adduktion und Abduktion, sowie auch in zwei intermediären Stellungen, Reize auf dem Handrücken zu lokalisieren; das Verfahren war »blickend-passiv«; jede Stellung wurde nur viermal geprüft.

Die sich daraus ergebenden mittleren Lokalisationen sind in Fig. 12 mit »W« bezeichnet[2]). Je mehr der Arm nach links zu liegen kommt, desto mehr vermindert sich offenbar die Täuschung nach links zu, um schließlich ins Gegenteil umzuschlagen. Der nächste Beobachter

[1]) D. h. natürlich innerhalb der Grenze, welche von der Summation der drei darin vorkommenden wahrscheinlichen Abweichungen bestimmt wird.

[2]) Der mittlere variable Fehler war 23,2 mm, so daß die wahrscheinlichen Abweichungen der Mittellokalisationen = 12,6 mm.

H. wurde am Handrücken und auch am Ellbogen geprüft; die Lokalisationen sind ebenfalls in Fig. 12 gegeben und stimmen mit denen von Wa. überein; nur tritt die Umkehrung der Täuschung rascher und intensiver ein.

Aber die obigen Ergebnisse schienen mir bedenklich; denn selbst in Stellung 1 hatte sich die Täuschung gegenüber den durch die früheren Versuche festgestellten gefundenen Werten stark herabgesetzt.

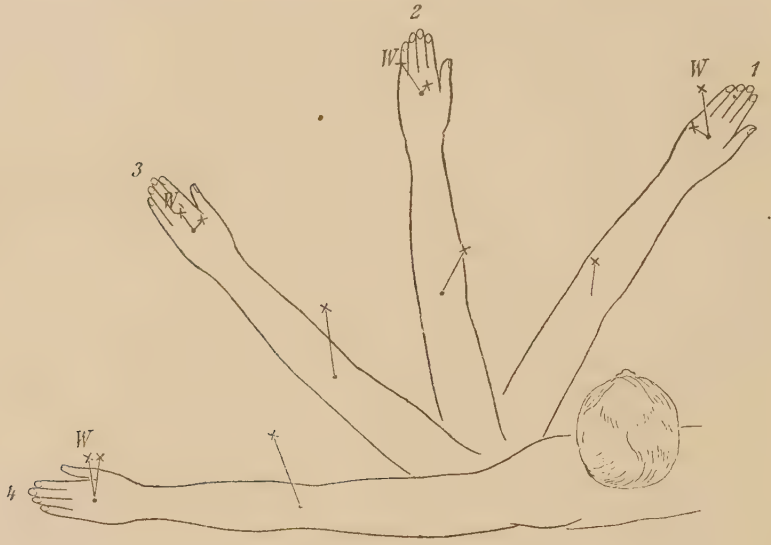


Fig. 12.

Deshalb prüfte ich H. in dieser Stellung noch einmal; jetzt war die Tendenz nach links ganz verschwunden[1])! Ich prüfte nun mehrere der früheren Beobachter mehrmals in dieser Stellung 1 sowohl mit Tast- wie auch mit Blicklokalisation; in jeder neuen Versuchsstunde wurde (trotzdem streng darauf gehalten wurde, daß der begangene Fehler unwissentlich blieb) die Tendenz nach links so stark herabgesetzt, daß sie bald verschwand, und zuweilen sogar eine kleine

[1]) Auf die Komponenten dieser Fehler in der Längsrichtung des Armes brauche ich wohl nicht weiter einzugehen. Man sieht, daß Wa. wieder die visuelle Entfernung unterschätzt. Dasselbe ist auch bei H. der Fall, aber kombiniert mit unserem früheren segmentalen Zentripetalismus (s. den II. Teil); letzterer wird, wie immer, nur dann merklich, wenn die artikulare Täuschung weniger die Oberhand hat.

Neigung zu der umgekehrten Richtung annahm[1]). Ich verwendete und verstärkte alle Mittel, welche früher die Ausbildung des Fehlers gefördert hatten; der Beobachter mußte den Arm mehrere Minuten in seiner Stellung erhalten, währenddessen ich seine Aufmerksamkeit abzulenken versuchte; alles umsonst, die Täuschung wollte nicht mehr entstehen.

Wie gesagt, wurden diese Beobachter sowohl in Blick- wie auch in Tastlokalisation geübt, und der Fehler erlosch dann für beide Versuchsarten, allerdings für letztere weniger vollkommen. Ich wollte nun sehen, was sich ereignen würde, wenn die Übung ausschließlich in Blick- oder ausschließlich in Tastlokalisation geschah[2]). Mit Blicklokalisation schien die Täuschung ebenso rasch zu verschwinden, wie bei gemischter Übung, und war dann schließlich auch für die Tastlokalisation nicht mehr vorhanden. Mit ausschließlicher Tastlokalisation dagegen konnte ich keine Verminderung des Fehlers konstatieren (dabei aber muß man im Auge behalten, daß sich alle Beobachter in dieser Versuchsgruppe schon an den Gruppen 1, 4 und 5 beteiligt hatten).

Wie soll man nun dieses Verschwinden der Täuschung erklären? In der ersten Versuchsgruppe war es offenbar die Folge teilweiser Erkennung und Verbesserung der begangenen Fehler; aber jetzt waren alle Maßregeln getroffen, um dem Beobachter die Erkennung seines Fehlers unmöglich zu machen; auch ist kein Grund vorhanden, weshalb diese Erkennung für Blicklokalisation so viel leichter sein sollte als für Tastlokalisation; dazu kommt noch der sonderbare Gegensatz, daß nur Wiederholung der Sitzungen, keineswegs Anhäufung der Versuche innerhalb einer Sitzung die Täuschung herabsetzte. Mir scheint es, als ob bei jeder neuen Sitzung die allererste Lagevorstellung (wo, wie wir gesehen haben, die Täuschung noch nicht entwickelt ist) sich fester in die räumliche Anordnung des Sehfeldes hineinwebt und auf diese Weise die Täuschung immer weniger aufkommen läßt.

Es war nun unter diesen Verhältnissen, daß ich vorübergehend zu dem in der ersten Versuchsgruppe konstatierten segmentalen Fehler zurückkehrte. Dieser hatte sich damals trotz des Einflusses des Halbwissens als äußerst standhaft erwiesen. Blieb er dies auch noch

[1]) Einige Versuche in Stellung 4 zeigten, daß auch hier der Fehler sich verminderte.

[2]) Für jede verschiedene Art von Übung mußten natürlich andere Beobachter herangezogen werden.

unter der Einwirkung der Blicklokalisation? Die jetzt durchgeführte und schon auf S. 429 (als zweite) angegebene Versuchsgruppe ergab eine entschiedene Bejahung dieser Frage. Überall zeigt sich die kleine segmentale Täuschung ebenso zäh, wie die große artikulare Täuschung veränderlich ist.

e. Der ganze Fühlraum bei unbefangenen Beobachtern.

Die 11. Versuchsgruppe kam auf das gegenwärtige Thema zurück und sollte Aufschluß darüber geben, wie sich die Täuschung unter der neuen viel reineren Methode bei Beobachtern im natürlichen

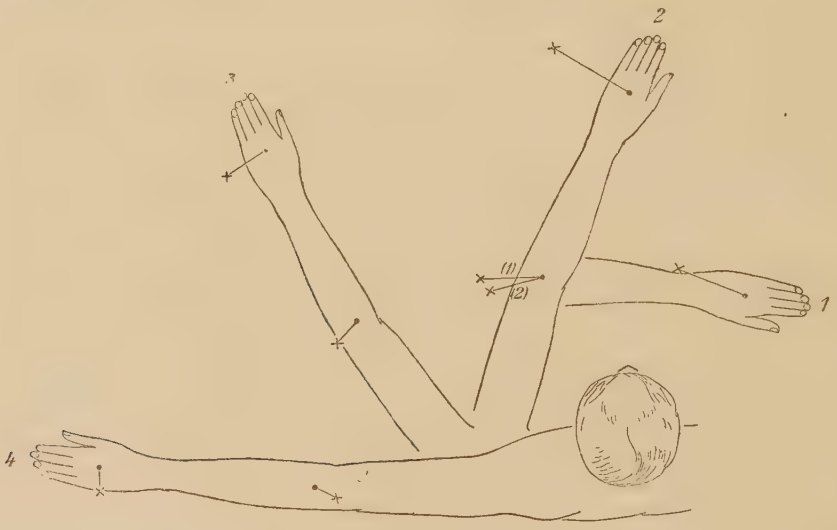


Fig. 13.

uneingeübten Zustande gestaltete; hiermit werden wir die Versuche über die Lokalisationsfähigkeit des linken Armes zum Abschluß bringen dürfen.

Zu diesem Zwecke haben F., Ke., L., Z., Kn., G. und N. ihre freundliche Hilfe geboten. Das Verfahren bestand in Blicklokalisationen und war auch sonst genau wie in der 8. Gruppe beschaffen. Es wurden wieder vier Stellungen geprüft, aber Stellung 1 unterschied sich von Stellung 2 nicht durch größere Adduktion der Schulter, sondern durch Flexion des Ellbogens (s. Fig. 13—15). In jeder Stellung wurden durchschnittlich sechs Einzellokalisationen gemacht,

immer Ellbogen und Handrücken miteinander abwechselnd; vier Beobachter gingen von Stellung 1, drei dagegen von Stellung 4 aus.

Der mittlere variable Fehler beträgt 27,1 mm[1]). Die Verteilung der variabeln Fehler ist folgende:

Tabelle II.

Stellung		1	2	3	4
Variabler Fehler in mm[2])	(Hand)	22,8	27,2	28,3	37,8
	(Ellbogen)	22,7	25,9	25,5	26,4

Auffallend ist das sehr regelmäßige Wachstum des Fehlers mit der Abduktion; dafür lassen sich mehrfache Erklärungen aufstellen, deren nächstliegende wohl die größere Übung bei größerer Abduktion ist.

Die konstanten Fehler für die fünf zuerst genannten Beobachter sind in Fig. 13 in der üblichen Weise zusammengestellt[3]). In den Stellungen 1 und 2 tritt wieder die alte Täuschung wie in Fig. 7—11 zutage; in Stellung 3 setzt sich der Fehler bedeutend herab; und in Stellung 4 ist er nur eben noch bemerkbar.

Für G. und N. sind die besonderen Fig. 14 und 15 gegeben[4]), weil die enormen Größen der Fehler, zusammen mit der frappanten Ähnlichkeit zwischen den beiden Fällen, offenbar etwas ganz anderes als bloße extreme, zufällige Schwankungen anzeigen[5]). Näher betrachtet stimmen diese Lokalisationen vollkommen mit den obigen überein, bis auf eine Ausnahme: diese besteht in der erstaun-

---

[1]) ± 1 mm ($v = 27{,}1$; $n = 336$).

[2]) ± 2 mm ($v = 27{,}1$; $n = 42$).

[3]) Die wahrscheinlichen Abweichungen erster Ordnung (s. S. 411) sind nur 5 mm = 27,1; $n = 30$); aber wenn man noch dazu die individuellen Unterschiede in Anschlag bringt, so steigen sie auf 32 mm ($v = 71$; $n = 5$). Für manche Betrachtungen muß wohl der zweite Wert maßgebend sein; doch scheint dabei der große mittlere individuelle Unterschied von 71 mm nicht wirklich rein variabel zu sein, sondern vielmehr hauptsächlich aus Schwankungen im Betrage der zwei konstanten Fehler hervorzugehen; letztere sind erstens die alte Täuschung nach links, zweitens die konstanten Fehlschätzungen der visuellen im Vergleich zu den taktilen Entfernungen (wobei aber, wie man sieht, die Unter- und die Überschätzungen sich schließlich ziemlich genau ausgleichen).

[4]) Hier hat man nur mit der wahrscheinlichen Abweichung erster Ordnung zu tun, 11 mm ($v = 27{,}1$; $n = 6$).

[5]) Trotz des normalen Zuwachses des konstanten Fehlers bleibt der variable genau wie bei den andern fünf Beobachtern 27,2 mm (für G. 28,4; für N. 26,0 mm).

lichen Verkleinerung der scheinbaren Länge des Armes. Unmöglich kann diese Verkleinerung etwa einer Überschätzung der

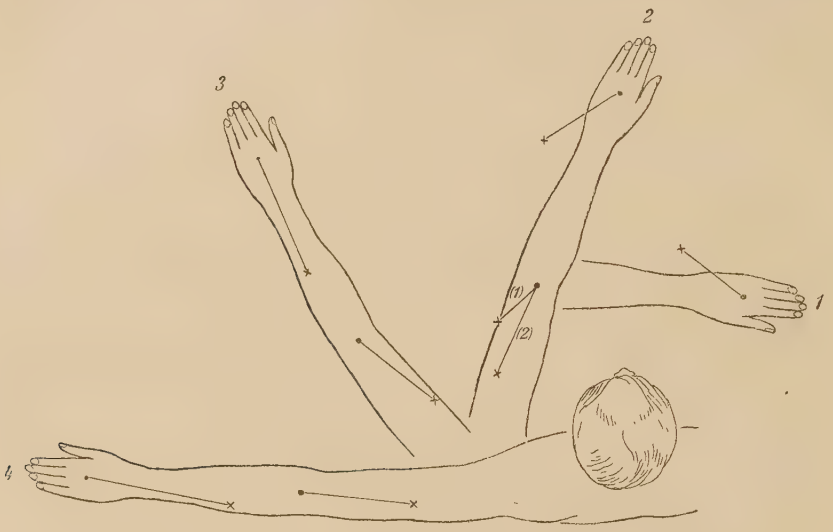


Fig. 14.

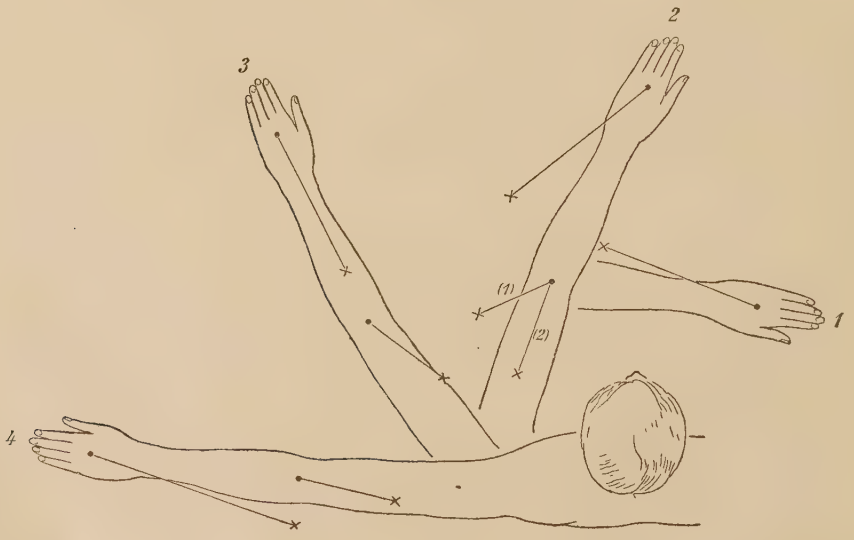


Fig. 15.

visuellen Entfernung zugeschrieben werden; einer solchen Hypothese widerstreiten nicht nur die Größe des Betrages und die subjektiven

Beobachtungen (s. S. 450), sondern in erster Linie die Tatsache, daß die Verkleinerung sich erst allmählich entwickelte[1]).

Auf die Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinung werden wir erst auf S. 478 eingehen können; vorläufig wollen wir nur bemerken, daß sie offenbar segmentaler Art ist.

Die konstanten Fehler dieser Beobachter, trotz ihrer enormen Größe beim ersten Auftreten, zeigten sich bei erneuerten Versuchen ebenso bereit, zu sinken und zu verschwinden, wie die der früheren Beobachter.

Die auf S. 421 und 438 erwähnte vertikale Täuschung war bei diesen ungeübten Beobachtern ebenso verstärkt, wie die horizontale. L. beklagte sich über die Schwierigkeit der Lokalisation, weil, wie er meinte, der Arm so tief unter dem Schirm läge; auf meine Frage, wie tief denn der Arm wohl liege, sagte er: »15 bis 20 cm«; während diese Entfernung in Wirklichkeit bloße 2 cm betrug!

Bei allen bisherigen Blicklokalisationen war die rechte Hand, in der Justierung des Stäbchens, durchweg tätig, obwohl sie von der gereizten Hautstelle fern blieb (s. Fig. 10). Um den Einfluß dieser Tätigkeit zu ermitteln, wurde ein Beobachter in der Weise geprüft, daß er das eine Mal seine beiden Arme unter den Schirm, und zwar in symmetrisch zueinander gelegenen Stellungen brachte, während das Stäbchen von mir nach seinen Anweisungen justiert wurde; und dann so, daß er es selbst justierte, wie es bisher üblich war. Die mittleren Lokalisationen fielen identisch aus. Ein anderer Beobachter machte diese zwei Arten Versuche in umgekehrter Reihenfolge, aber gleichfalls mit ebenso geringer Verschiebung der Lokalisation.

In dieser Versuchsgruppe waren nicht nur die objektiven, sondern auch die subjektiven Erscheinungen viel ausgeprägter, als bei lange eingeübten Beobachtern. Wie schon Wa. fand (S. 441), schien die Vorstellung des Armes noch mehr »abstrakt« als bei den früheren Versuchsanordnungen; nur ein Beobachter wollte finden, daß sie

[1]) Diese beiden Beobachter gingen von Stellung 1 aus. Eine analoge Erscheinung entwickelte sich in sehr geringem Grade auch bei den fünf andern; denn für die drei, welche von Stellung 4 ausgingen, lagen die Lokalisationen des Ellbogens in Stellung 1 näher zum Körper wie in Stellung 2; während für die zwei, welche von Stellung 1 ausgingen, dieses Verhältnis umgekehrt war. Aber eine solche fünfmalige Übereinstimmung hat noch keine ganz zwingende Beweiskraft, da sie schon durch bloßen Zufall aus 32 Fällen (2^5) einmal zu erwarten wäre.

der Hauptsache nach irgendeinen empfindungsartigen, gleichviel ob visuellen oder taktilen Charakter an sich trüge[1]).

Wie früher H., so bemerkten jetzt G. und N., daß die scheinbare Stelle, gerade als sie sie bestimmen wollten, um 1—2 cm. wegrückte; wenn die Beobachter nachfolgten und die Stelle wieder zu bestimmen suchten, so rückte sie wieder weiter; die angegebene Richtung dieser Verschiebung stimmte genau mit der des konstanten Fehlers überein. Auch beim Aufhören des Reizes verschob sich sehr häufig die scheinbare Stelle; aber nur für N. geschah auch dieses im Sinne des konstanten Fehlers; sonst war es unregelmäßig. Ke. (der von Stellung 1 ausging) stellte sich plötzlich am Schlusse der Versuche in Stellung 2 den Arm beträchtlich flektiert vor und meinte, bis dahin einen Irrtum begangen zu haben, wenn er ihn ausgestreckt (richtig) vorgestellt hatte. Einmal war eine derartige Täuschung so lebhaft, daß der Beobachter seinen Arm wirklich durch verborgene mechanische Hilfsmittel von mir verschoben dachte.

Alle erwähnten Täuschungen hatten, in starkem Gegensatze zum logischen Fehlschuß (s. S. 421), einen unmittelbar sensorischen Charakter. Keinen Augenblick hat G. oder N. geglaubt, daß die Reizstelle wirklich so nahe am Körper wäre; denn sie nahmen wahr, daß die Reize ihren Handrücken, bzw. Ellbogen, trafen, und sie wußten wohl, daß diese Körperteile viel weiter ablägen; aber zu ihrer eigenen Überraschung wollten die Empfindungen nicht damit übereinstimmen.

Alle Beobachter meinten auf der Hand viel sicherer als auf dem Ellbogen zu lokalisieren; aber objektiv haben wir es gerade umgekehrt gefunden[2]). Diese Diskrepanz möchte ich dadurch erklären, daß der objektive Fehler nicht nur aus einer segmentalen, sondern auch aus einer artikularen Komponente besteht, und daß letztere gegen die Peripherie hin immer gröber werden muß[3]); das Sicherheitsgefühl dagegen beruht ausschließlich auf den bewußten Nuancierungen und dem »Raumsinn« der die segmentale Komponente liefernden Hautempfindungen, welche sich gegen die Peripherie hin immer verfeinern.

---

[1]) Die Ausnahme betraf N., der seine Vorstellungen als »dunkel visuell« charakterisierte.

[2]) 3. Tabelle II (S. 447).

[3]) Wenn der Gelenkwinkel fehlgeschätzt wird, so muß die Größe der entstehenden Täuschung offenbar dem Abstand der Reizstelle vom Gelenke proportional sein.

3. Lokalisation an andern Körperteilen.

a. Am rechten Arm.

Bis jetzt sind immer Reize am linken Arm lokalisiert worden. Es wurde nun eine (zwölfte) Gruppe sowohl von Tast- als auch von Blicklokalisationen in ganz ähnlicher Weise am rechten Arm vorgenommen; und sie führte zu ganz ähnlichen Ergebnissen. Die Täuschung war ebenso groß wie vorher, nur trat sie jetzt in Form einer Rechts- statt einer Linksdrehung auf. Die Versuche waren eingehend genug, um diese allgemeine Übereinstimmung zwischen den beiden Armen zu konstatieren, aber doch nicht so eingehend, daß die vermutlich vorhandenen kleinen Unterschiede festgestellt werden konnten; dann würde ihre ausführliche Beschreibung nur eine zwecklose Wiederholung des schon Gesagten sein[1]).

b. An den Oberschenkeln.

Die vorderen Flächen der Oberschenkel bieten besondere Vorteile zur experimentellen Untersuchung; sie sind für beide Hände bequem zugänglich; sie lassen sich ungefähr senkrecht zu den Blicklinien stellen; und auf die artikulare Komponente der Lagewahrnehmung wirkt eine nicht allzu große Anzahl von Gelenken ein.

Der Apparat wurde nach demselben Prinzip wie der in Fig. 12 gebaut; wiederum verbarg ein großer horizontaler Schirm alles, was sich darunter befand; aber diesmal umgürtete er nicht den Hals, sondern die Hüften des Beobachters; letzterer saß so auf einem Stuhl, daß die Oberschenkel horizontal ungefähr 2 cm unter dem Schirm lagen, und von mir beliebig ab- oder adduziert werden konnten. Sowohl Blick- als Tastlokalisationen wurden angewandt; die letzteren wurden abwechselnd zur Hälfte mit der linken und der rechten Hand ausgeführt. Jeder Schenkel wurde an zwei Hautstellen und in zwei Stellungen geprüft (Fig. 16).

In dieser (13.) Gruppe wandte ich nicht nur die bisher gebräuchliche Methode des mittleren Fehlers, sondern auch die der minimalen Änderungen an; es wurde jedoch auf ihre reinste Form verzichtet, da sich wohl die Punkte eben unmerklicher, aber nicht

[1]) Auch sind andere solche Versuche mit der rechten Hand im Teil IV angegeben; s. S. 460 u. 465.

die eben merklicher Unterschiede mit befriedigender Sicherheit beobachten ließen. Der suchende Stift (bzw. Blick) geht von irgendeinem Punkte aus, welcher eine übermerkliche seitliche Abweichung von der scheinbaren Stelle des Reizes zeigt, und wird dann langsam herangebracht, bis zum Grenzpunkt, wo er zuerst mit diesem zusammenzufallen scheint; hierauf geschieht derselbe Vorgang von der entgegengesetzten Seite aus; dann werden die zwei analogen Grenzpunkte in einer zur vorigen senkrechten Richtung ausgesucht, wobei man von Punkten ausgeht, die der Mitte der vorher als unter der Schwelle liegend gefundenen Strecke gegenüberstehen; nun wird die Mitte der jetzt als unter der Schwelle liegend konstatierten Strecke als die endgültige Stelle der Lokalisation betrachtet. In Versuchen, wo der Reiz während des Suchens fortdauert (wie den gegenwärtigen), und wo man von psychologisch geschulten Beobachtern unterstützt wird, bestimmt man die Täuschung rascher mit dieser als mit der früheren Methode, des mittleren Fehlers, obwohl man mit beiden doch schließlich zu ähnlichen Ergebnissen kommt. Zur Bestimmung der Lokalisationsfeinheit dagegen bekommt man zwar leidlich gut untereinander vergleichbare Werte von verschiedenen Prüfungen derselben Person, kaum aber von verschiedenen Personen; diese scheinen ungleiche Anlagen zum Sicherheitsgefühl zu haben.

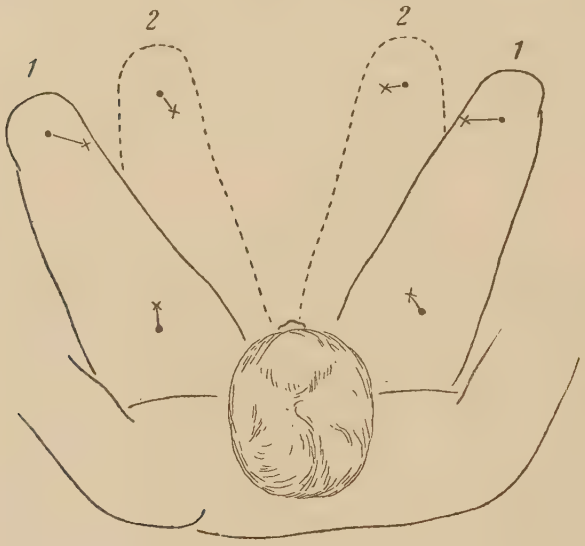


Fig. 16.

Von den fünf Beobachtern, F., S., H., M. und B., hatte der erstgenannte nur die 11. Gruppe durchgemacht, während die andern an fast allen mitwirkten. Für den kleinen Teil der Versuche nach der

Fehlermethode war der mittlere variable Fehler für Tastlokalisation 27,0 mm[1]); für Blicklokalisation 35,2 mm[2]). Die mittlere »unterschwellige« Strecke schwankte bei den verschiedenen Beobachtern von 103 mm bis zu 42 mm, und bei einem Beobachter reichte sie sogar bis zu negativen Werten hinab; im allgemeinen erhielt ich von denjenigen Versuchspersonen größere Werte, von denen ich glaube, daß sie eine gründlichere experimentell-psychologische Schulung genossen hatten.

Die mittleren konstanten Fehler (aus den gesamten Ergebnissen berechnet) sind in Fig. 16 dargestellt. Da die Täuschungen überhaupt klein sind, so tritt nun wieder der Zentripetalismus hervor; die vorderen Lokalisationen nämlich neigen nach hinten, die hinteren nach vorn. Die übrige und überwiegende Komponente der Täuschung besteht offenbar in einer scheinbaren Drehung beider Beine einwärts; auch ist diese Drehung größer in den Stellungen größerer Abduktion (Stellungen 1 der Fig.).

Die zwei Hände gaben zwar nicht identische, wohl aber symmetrische Ergebnisse. Bei drei Beobachtern (einschl. F.) lokalisierte die rechte Hand links und die linke Hand rechts von der Blicklokalisation; beim vierten waren diese Verhältnisse gerade umgekehrt; der fünfte hielt die Mitte inne, indem die Ergebnisse jener drei Lokalisationsarten annähernd zusammenfielen. Bei allen fünf Beobachtern stimmte dieses Verhältnis der Tast- zur Blicklokalisation mit demjenigen überein, welches sich in ihren unmittelbar vorhergehenden Versuchsgruppen gezeigt hatte und eher ein Übungsprodukt als den natürlichen Zustand darstellen dürfte.

c. Am rechten Fußknöchel.

Die Arme und die Oberschenkel waren es, welche die unzweideutigsten Resultate verhießen; deshalb sind diese, besonders die ersteren, mit möglichster Gründlichkeit untersucht worden. Die andern weiter unten behandelten Körperteile kommen mehr ergänzungsweise in Betracht.

Der für diese angewendete Apparat (Fig. 17) ist einfach, aber doch sehr brauchbar unter solchen Umständen, wo keine große

[1]) $\pm$ 2 mm ($v = 27$; $n = 88$).
[2]) $\pm$ 6 mm ($v = 35{,}2$; $n = 16$).

Genauigkeit erstrebt werden kann. In Fig. 17 ist die linke Hand der gereizte und die rechte Hand der suchende Körperteil; die den Apparat ansetzende Hand des Experimentators ist nicht mit gezeichnet worden; der horizontale Schirm ist gewöhnlich viel größer, als er in den Figuren erscheint[1]); der reizende Draht ist unten vom Schirme weg gekrümmt, so daß die Spitze anderthalb cm frei steht und federn kann; auf der oberen Fläche des Schirmes ist leicht zu erneuerndes weißes Papier festgeklemmt, worauf die Lokalisationen graphisch registriert werden. Statt horizontal kann der Schirm auch vertikal gehalten werden, was schon in den folgenden Versuchen geschehen mußte.

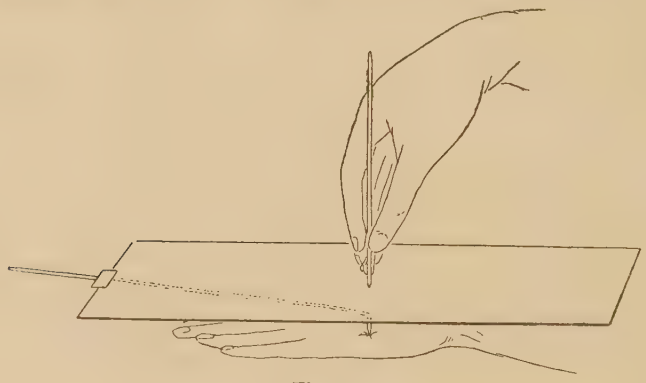


Fig. 17.

Diese (14.) Gruppe bezog sich auf den rechten Fußknöchel, und zwar auf zwei Stellungen desselben. In der ersten wurde der Fuß möglichst zurückgezogen, wie dies in Fig. 18 zu sehen ist; aber in Wirklichkeit wurde der Stift horizontal und parallel zur Querachse des Körpers gehalten, was sich in der Fig. nicht gut darstellen ließ. In der zweiten Stellung wurde der Fuß möglichst nach vorne ausgestreckt; auch jetzt hielt der Beobachter den Stift horizontal und parallel zur Querachse des Körpers. Es beteiligten sich die Herren B., S., H., K., M., und ich selber.

Der mittlere variable Fehler hatte bei zurückgezogenem Fuße eine Größe von 20,1 mm[2]), bei ausgestrecktem eine solche von 21,1 mm[3]).

[1]) Man macht den Schirm von bequemer Größe und Gestalt, je nach dem zu untersuchenden Körperteil.

[2]) $\pm$ 2 mm ($v = 20{,}1$; $n = 48$).

[3]) $\pm$ 2 mm ($v = 21{,}1$; $n = 48$).

Die mittleren Lokalisationen sind in den Fig. 18 und 19 dargestellt, nur sind die Fehler etwas vergrößert worden, um deutlicher

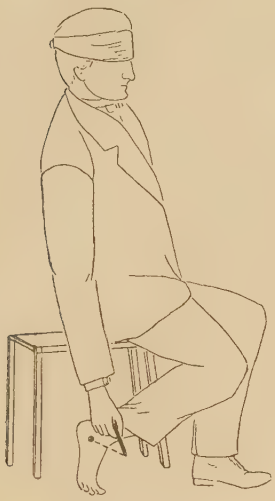


Fig. 18.

Fig. 19.

gesehen zu werden; ihr wahrer Mittelwert betrug in beiden Stellungen 55 mm[1]).

d. An der Handfläche.

In der 15. Gruppe war die Handfläche der gereizte, und der Mittelfinger derselben Hand der suchende Körperteil.

Der Apparat (Fig. 20) beruhte auf demselben Prinzip, nur wurde jetzt der Stift durch ein Stück Draht ersetzt, welches derart umgebogen war, daß es sich auf dem Papier leicht verschieben ließ, und eine federnde Spitze nach oben darbot. Es ergab sich bei einem variabeln Fehler unter 2 mm ein konstanter Fehler von mehr als 20 mm, und zwar nach dem Handgelenk zu.

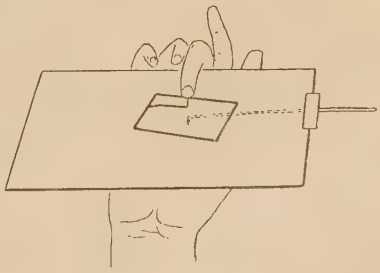


Fig. 20.

[1]) Die wahrscheinliche Abweichung erster Ordnung (S. 411) ist 3 mm; wenn sie aus den individuellen Variationen berechnet ist, so steigt sie auf 9 mm.

4. Das Unterschätzungsgesetz.

Bis jetzt haben wir die aufgedeckten artikularen Täuschungen durch die einfachste Bezeichnung des jeweiligen Tatbestandes ausgedrückt. Jetzt wollen wir versuchen, diese mannigfachen Erscheinungen — zwar immer noch mit möglichst strenger Beschränkung auf den beobachteten Tatbestand — unter einen gemeinsamen Begriff zu subsumieren und zu einer allgemeinen Induktion zu verwerten. Ich glaube hiernach als empirisches Gesetz aufstellen zu dürfen, daß jede artikulare Teilbestimmung einer Lagevorstellung täuscht, indem die Abweichung von dem am häufigsten vorkommenden Gelenkwinkel unterschätzt wird (und zwar wird man für die meisten Gelenke annehmen dürfen, daß der »am häufigsten vorkommende« Winkel annähernd der Mittellage des Gelenkes entspricht[1]). Wir wollen nun sehen, inwiefern der obige Satz mit den tatsächlichen Beobachtungen übereinstimmt.

Die ersten und gründlichsten Versuche bezogen sich auf den linken Arm in den frontalen Stellungen; in diesen ist offenbar der Arm maximal adduziert; eine Unterschätzung solcher Abweichung von der Mittellage muß dann eine scheinbare Drehung nach links hervorbringen; und eine solche Drehung haben wir tatsächlich gefunden (Fig. 6—11). Und ganz dasselbe läßt sich auch vom rechten Arm sagen (vgl. S. 451).

Dann haben wir die mittleren und die maximal abduzierten Stellungen untersucht. Im ersten Falle sollte nach der Hypothese keine Täuschung, im zweiten Falle eine scheinbare Rechtsdrehung eintreten. Hier scheint also die Hypothese schon zu versagen, da wir in beiden Fällen eine merkbare, obwohl mit wachsender Abduktion sich stark reduzierende Linksdrehung beobachten (Fig. 13)[2]. Doch muß man

---

[1]) »Am häufigsten vorkommend« läßt sich bekanntlich in mehreren etwas voneinander verschiedenen Weisen auffassen; zwischen diesen zu entscheiden, reichen unsere Daten nicht aus.

[2]) Die Ergebnisse in Fig. 12 leiden zuviel unter dem unberechenbaren Einfluß vorhergehender Übung, um hier brauchbar zu sein. In Fig. 14 und 15 sind alle anderweitigen Ergebnisse durch die erstaunliche Verkleinerung zurückgedrängt. Da bleibt nur Fig. 13, welche aus den Lokalisationen von fünf unbefangenen Beobachtern zusammengestellt ist.

sich erinnern, daß diese Beobachtungen notwendigerweise mittels Blicklokalisition erlangt worden sind, und daß die Hypothese ebensosehr eine Unterschätzung der Linksdrehung des Kopfes — also eine scheinbare Rechtsdrehung desselben — erfordert; und eine solche haben wir tatsächlich gefunden (S. 437); nun aber muß diese scheinbare Rechtsdrehung des Kopfes der scheinbaren Linksdrehung des Armes fast diametral entgegenwirken[1]). Wir können den Zusammenhang sogar quantitativ bestimmen; die Täuschung, welche vom Kopfe herrührt, kommt in den Lokalisationen über dem Schultergelenk in Fig. 9 und 11[2]) rein zum Ausdruck; dort findet man eine mittlere scheinbare Linksdrehung von ungefähr 9°; diese müßte an der ausgestreckten Hand eine Linkstäuschung von 11 cm erzeugen; nun aber hatten wir in Fig. 13, Stellung 4, eine Linkstäuschung von bloß 5 cm; also muß der Arm für sich in Stellung 4 eine Täuschung von 11—5 cm nach rechts erzeugt haben. In analoger Weise kann man berechnen, daß der Arm für sich in Stellung 3 ganz frei von Täuschungen ist. Schließlich also stellt sich heraus, daß selbst die mittleren und maximal abduzierten Stellungen des Armes sowie auch die Kopfstellungen gerade die Täuschungen aufweisen, welche die Hypothese verlangt.

Die Täuschungen am rechten und am linken Oberschenkel (Fig. 16) lassen sich ohne weiteres als Unterschätzung der Abduktion auffassen.

Die achte beobachtete Täuschung ist in Fig. 18 dargestellt. Hier besteht die größte Abweichung irgendeines Gelenkes vom normalen Winkel in einer maximalen Flexion des Knies. Eine Unterschätzung dieser Flexion müßte die Lokalisation nach vorne und unten verschieben; und dies hat sich auch gezeigt.

In Fig. 19 befindet sich das Knie in ziemlich normaler Stellung, dafür aber tritt eine maximale Flexion des Hüftgelenkes ein, welcher dann eine Täuschung nach unten und hinten entsprechen sollte, und auch tatsächlich entsprach.

Die zehnte Täuschung war an der Handfläche gelegen (Fig. 20).

---

[1]) Vgl. Anmerkung [1]) S. 430.

[2]) In Fig. 11 kommt nur die mit ausgezogener Linie gezeichnete Lokalisation in Betracht.

Hier sind sowohl Trochlea wie auch Basis der ersten Phalanx des Mittelfingers sehr flektiert; aber ersteres Gelenk dient hauptsächlich nur dazu, die Fingerspitze der Handfläche überhaupt zu nähern, und kommt also kaum in Betracht, während Unterschätzung der Flexion an der Basis dieser Phalanx die Lokalisation nach dem Handgelenk zu verschieben müßte. Die Beobachtung bestätigte dies.

Sodann denken wir daran, daß in den Versuchen der Arm auf einem 90 cm hohen Tisch lag, während er doch gewöhnlich nach unten hängt. Die von der Hypothese verlangte Unterschätzung dieses Emporhebens mußte die Vorstellung des Armes in eine zu niedrige Lage versetzen. Auch dieses haben wir wiederholt konstatiert.

Schließlich kann ich hier vorweg auf eine Täuschung hinweisen, die erst in Teil IV ausführlich besprochen werden soll. Der Beobachter wurde an der rechten Seite des Kopfes gereizt, wobei seine suchende Hand die Fig. 21 gezeichnete Stellung einnahm; dabei ist der Ellbogen sehr flektiert und die Schulter sehr abduziert; Unterschätzungen dieser Abweichungen von den gewöhnlichsten Winkeln müssen die Lokalisation nach unten bzw. nach hinten bringen, welcher Fall auch tatsächlich eintrat[1]).

Fig. 21.

Alle (zwölf) beobachteten artikularen Täuschungen lassen sich mithin in dem hypothetisch angenommenen Sinne auffassen: als Unterschätzungen der Gelenkabweichungen vom häufigsten Winkel. Diesen Zusammenhang glaube ich also ziemlich sichergestellt zu haben[2]). Damit aber ist dieser Zusammenhang keineswegs erklärt, was erst in Teil V unternommen werden soll.

---

[1]) Bei allen Versuchen muß man natürlich die Störung beseitigen, welche durch die Ausgangsrichtung der suchenden Hand erzeugt ist (S. 428—429).

[2]) Wenn man Unter- und Überschätzung als gleich mögliche Fälle setzte, so wäre eine solche Übereinstimmung durch bloßen Zufall nur 1 in 4096 (2^{12}) mal zu erwarten. Der Zufall ist also hier wohl die kleinste Gefahr.

IV. Teil. Beeinflussende Momente.

1. Bewegung.

a. Blickend-passive verglichen mit blickend-aktiver Lokalisation.

Es handelt sich hier um eine Reihe verhältnismäßig kurzer Versuchsgruppen, welche teils zwischen, hauptsächlich jedoch nach den vorigen vorgenommen wurden, um zu ermitteln, inwieweit die Lokalisation auch von andern Momenten außer von der Reizstelle und der Gliedstellung abhängt. Die Ergebnisse können nur dann richtig gewürdigt werden, wenn man im Auge behält, wie eine Serie Lokalisationen für dieselbe Hautstelle und bei denselben Gliedstellungen ohne solche besondere beeinflussende Momente zu verlaufen pflegt: erstens beobachtet man die rein zufälligen Abweichungen jeder neuen Lokalisation von früheren, welche sich im Begriffe des variabeln Fehlers zusammenfassen; zweitens treten gelegentliche unregelmäßige Schwankungen der Gesamttendenz der Lokalisationen auf (»systematisch variabele« Fehler), welche jedoch ziemlich selten (bei einigen Beobachtern nie) im Laufe einer Versuchsstunde entstehen; und drittens geht im Laufe jeder Versuchsstunde eine allmähliche Vergrößerung, niemals eine Verkleinerung des konstanten Fehlers vor sich, welche immer in einer bestimmten, durch das »Unterschätzungsgesetz« vorgeschriebenen Bahn, zuerst rasch, bald aber sehr langsam vorschreitet.

Vor allem schien nun der vielumstrittene Faktor Bewegung der Untersuchung bedürftig zu sein; schon auf S. 434 hatten wir gesehen, daß Bewegungen zwischen den einzelnen Lokalisationen nichts an der Täuschung zu ändern vermochten. Zunächst kam es also darauf an, den Einfluß der Bewegung während der Lokalisation zu ermitteln.

In dieser (16.) Versuchsgruppe wurde der Beobachter M. zuerst mittels der gewöhnlichen Blicklokalisation (d. h. »blickend-passiv«[1]))

[1]) Ich erinnere daran (S. 442), daß eine Lokalisation zwei Hauptfaktoren hat, und daß diese von dreierlei Art sind: ein passiv berührtes Glied, ein aktiv tastendes Glied, oder die Blicklinien. Die gewöhnlichsten Lokalisationen sind die aktiv-passiven; in dieser Arbeit haben wir schon vielfach die blickend-passiven betrachtet; jetzt werden wir auch die blickend-aktiven und aktiv-aktiven heranziehen.

geprüft; seine linke Hand lag ruhig vor ihm auf dem Tische und wurde an der Dorsalfläche der ersten Phalanx des Mittelfingers gereizt; er zeigte die vermeintliche Stelle durch das Spiegelbild des Stäbchens (Fig. 10); als Ergebnis war ein konstanter Fehler in der normalen Richtung im Betrage von 94 mm zu konstatieren[1]). Dann mußte M. sich selbst reizen (»blickend-aktiv«); die Spitze war ungefähr 1 cm über der Hand fixiert, und M. reizte sich durch kleine Bewegungen des ganzen Armes; hierbei sank der konstante Fehler sofort bis zu 41 mm[2]), also weniger als die Hälfte, herab; dabei blieb die Richtung des Fehlers ungeändert.

Eine Woche später wurden die Versuche zur Bestätigung wiederholt. Bei passiver Haltung des gereizten Gliedes zeigte M. diesmal einen konstanten Fehler von nur 48 mm[3]). Bei aktivem Verhalten ging der Fehler sofort bis auf 25 mm[4]) herunter. Hierauf ließ ich den Arm einige Minuten ruhen, und dann reizte ich ihn bei passiver Haltung wieder, worauf auch der Fehler zu 48 mm[5]) zurückkehrte. Schließlich hat M. sich selbst nochmals gereizt, aber jetzt mittels Bewegungen der Finger allein und bei ganz ruhig gehaltenem Schultergelenk; diesmal betrug der Fehler 46 mm[6]) und blieb also ohne merkliche Änderung (im Gegensatz zum Verfahren mit Bewegung des ganzen Armes). Daraus scheint hervorzugehen, daß keineswegs bloße Bewegung an sich, sondern erst Bewegung des die Täuschung erzeugenden Gelenkes imstande ist, diese Täuschung herabzusetzen.

In allen Fällen blieb die Richtung des Fehlers dieselbe und normal.

Um sicher zu sein, daß es sich hier nicht bloß um eine individuelle Eigentümlichkeit handele, wurden analoge Versuche auch mit H. angestellt; diesmal wurde die rechte Hand statt der linken geprüft. Bei passivem Verhalten des Armes betrug der Fehler 54 mm[7]), und die Richtung war gleichfalls normal (d. h. sie lag jetzt nach rechts). Bei aktiver Haltung des ganzen Armes sank der Fehler bis auf nur 10 mm[8])

[1]) $\pm$ 2 mm ($v = 12$; $n = 28$).
[2]) $\pm$ 4 mm ($v = 10$; $n = 8$).
[3]) $\pm$ 3 mm ($v = 10$; $n = 10$).
[4]) $\pm$ 3 mm ($v = 9$; $n = 8$).
[5]) $\pm$ 4 mm ($v = 7$; $n = 3$).
[6]) $\pm$ 4 mm ($v = 9$; $n = 4$).
[7]) $\pm$ 3 mm ($v = 13$; $n = 16$).
[8]) $\pm$ 3 mm ($v = 15$; $n = 16$).

herab. Bei Bewegung der Finger, aber bei ruhendem Schultergelenk, stieg der Fehler sofort wieder bis zu 57 mm[1]). Diese Versuche mit H. bestätigten also die Ergebnisse von M. in vollkommenster Weise; beide liefern den auf S. 446 verlangten positiven Nachweis, daß die Täuschung eines aktiven Gelenkes viel kleiner als die eines passiven ist.

Betreffs der Lokalisationsfeinheit dagegen konnte die Bewegung gar keine Verbesserung erzielen[2]); denn in der ganzen Versuchsgruppe zeigt sie einen mittleren variabeln Fehler von 12,4 mm[3]), während derjenige der Versuche mit ruhendem Gliede 11,7 mm[4]) ist; dieser kleine Unterschied ist bedeutungslos, da er weniger als der wahrscheinliche zufällige Unterschied beträgt[5]).

b. Aktiv-passive Lokalisation verglichen mit aktiv-aktiver.

In der folgenden (17.) Gruppe ist wieder die Tastlokalisation gebraucht worden. Der Reiz fand an der Dorsalfläche des linken Armes statt und war abwechselnd passiv und aktiv. Die Ergebnisse für die drei Beobachter H., A. und Z. sind in folgender Tabelle zu Mittelwerten zusammengestellt:

Tabelle III (180 Einzelversuche).

	Handrücken		Mitte des Oberarms		Wahrsch. Abw.
	Pass.	Akt.	Pass.	Akt.	
Mittl. konst. Fehler (mm)	98	84	50	53	± 2
Mittl. var. Fehler (mm)	14	13	14	15	± 1,5

Hiernach scheint es, daß die Größe der Täuschung nicht sehr viel weiter herabgesetzt wird, wenn sich beide beteiligten Körperglieder aktiv verhalten.

[1]) ± 5 mm ($v = 15$; $n = 8$).

[2]) Es erfordert besondere Maßregeln, um den Vergleich zwischen aktiver und passiver Lokalisation einwandfrei anzustellen. Beim aktiven Verfahren ist der Reiz fortwährend unterbrochen, was wenigstens die subjektive Sicherheit bedeutend steigert; also muß auch beim passiven Verfahren der Reiz unterbrochen werden. Beim aktiven Verfahren hat ferner der Beobachter eine gewisse Auswahl in bezug auf die zu reizende Hautstelle, und wird, wenn er nicht davor gewarnt ist, die scheinbar schärfer lokalisierten Stellen unwillkürlich auswählen.

[3]) ± 1,1 mm ($v = 12{,}4$; $n = 57$).

[4]) ± 1,3 mm ($v = 11{,}7$; $n = 44$).

[5]) ± 1,7 mm ($\sqrt{1{,}1^2 + 1{,}3^2}$).

Wiederum bleibt der variable Fehler bei beiden Verfahren annähernd der gleiche. Das »Sicherheitsgefühl« dagegen bot zwei merkwürdige Kontraste dar; bei Reizung der Hand glaubten nämlich alle Beobachter besser mittels Bewegungen beider Arme lokalisieren zu können; bei Reizung des Oberarmes dagegen stimmten alle in der Behauptung überein, daß dann die Bewegung dieses Gliedes nachteilig wäre für die subjektive Sicherheit der Lokalisation. Sie wollten dies dadurch erklären, daß beim Lokalisieren auf der Hand Bewegungen beider Arme gebräuchlich, beim Lokalisieren auf dem Oberarme dagegen ungebräuchlich wären. Diese Erklärung dürfte wohl zutreffen; nur scheint der begünstigende Einfluß der Gebräuchlichkeit viel wirksamer in bezug auf die subjektive als auf die objektive Sicherheit zu sein.

c. Einfluß der Bewegung auf die Lokalisationsfeinheit.

Daß die Lokalisationsfeinheit nichts durch Bewegung gewinnen sollte, widerspricht sehr der allgemeinen Meinung darüber; auch könnte man vielleicht einwenden, daß die Ruhe nicht vollständig genug gewesen sei, oder wenigstens nicht lange genug gedauert habe, um auf die Lokalisation vergröbernd einzuwirken. Deshalb ist eine neue (18.) Versuchsgruppe speziell zur Nachprüfung angestellt worden.

Diesmal wurde der Beobachter so sorgfältig mit Kissen und allerlei Stützen umschanzt, daß der linke Arm vollständig bewegungslos, auch dann, wenn der andere Arm in Bewegung war, gehalten werden konnte; um auf etwaige Änderungen durch Übung oder durch Ermüdung durchgängig Rücksicht nehmen zu können, wurde der Beobachter abwechselnd am ruhenden Handrücken und auf der rechten Seite des sich ungezwungen bewegenden Kopfes geprüft; bei dieser Versuchsanordnung sollte sich der Einfluß der Ruhe auf den Arm, wenn nicht absolut, so doch wenigstens im Vergleiche zum bewegten Kopfe schätzen lassen[1]).

Der erste Beobachter, U., hatte bis dahin nur wenige Versuchsserien durchgemacht und besaß deshalb einen noch beträchtlichen konstanten Fehler, welcher sich erst bis zu einem gleichbleibenden

[1]) Auch diente diese Abwechslung zwischen Hand und Kopf dazu, jede Lokalisation zu einer neuen, von der vorangegangenen möglichst unabhängigen Lagewahrnehmung zu gestalten.

Wert entwickeln mußte, bevor man irgend etwas mit dem variabeln Fehler anfangen konnte; es wurden also die ersten acht Lokalisationen wie vorher als bloße Vorbereitung betrachtet. Dann folgten die gültigen Versuche; von der 1. bis zur 25. Minute betrug der mittlere variable Fehler auf dem Handrücken 15 mm[1]), auf dem Kopf 13 mm[2]); von der 25. bis zur 30. Minute erstreckte sich eine Ruhepause; von der 30. bis zur 55. Minute zeigten sich beide Werte als ganz dieselben wie in der ersten Versuchshälfte; es hatte also die stundenlange Bewegungslosigkeit auf die Lokalisationsfeinheit keinen merklichen Einfluß ausgeübt[3]). Auch scheinen Übung und Ermüdung hier wieder ohne viel Einfluß gewesen zu sein, wenn man nicht annehmen will, daß sie einander genau das Gleichgewicht gehalten haben. Nur auf den konstanten Fehler hat der Zeitverlauf eingewirkt, indem ersterer während der Zwischenpause von 60 mm[4]) (im ersten Teil) bis zu 94 mm[5]) (im zweiten Teil) stieg. Am Kopfe hatte sich der konstante Fehler bereits frühzeitig vollständig entwickelt[6]), und deshalb konnte er sich im zweiten Teil nicht noch mehr steigern; er ist, zusammen mit dem des folgenden Beobachters, etwas übertrieben in Fig. 21 dargestellt.

Dieser andere Beobachter, S., bot zum gegenwärtigen Zwecke ganz besondere Vorteile, die sich sonst nicht allzu leicht zusammenfinden dürften; denn mit derselben ausnahmsweisen Freiheit von »systematisch variabeln« Fehlern, welche bei U. und W. so große Dienste geleistet hatte, verband er die Eigenschaft, seinen konstanten Fehlern (am Arm) völlig beseitigt zu haben. Mit ihm also brauchte man keine vorbereitenden Versuche zu machen, sondern konnte sofort beginnen. Die Bedingungen waren genau wie bei U., nur konnte jetzt statt einer Zwei- eine Dreiteilung der Zeit vorgenommen werden. Die Ergebnisse sind in Tabelle IV angegeben.

---

[1]) $\pm$ 2,6 mm ($v = 15$; $n = 16$).

[2]) $\pm$ 2,3 mm ($v = 13$; $n = 16$).

[3]) Doch ist bei solchen verhältnismäßig großen wahrscheinlichen Abweichungen die scheinbare Genauigkeit offenbar nur zufällig.

[4]) $\pm$ 2,6 mm ($v = 15$; $n = 32$).

[5]) $\pm$ 2,6 mm ($v = 15$; $n = 32$).

[6]) Vermutlich, weil er noch nicht durch vorherige Erfahrung gehemmt war.

Tabelle IV (96 Einzelversuche).

Zeitverlauf	1.—20. Minute	24.—44. Minute	45.—65. Minute	
Var. Fehler	Hand 11	10	11	± 2 mm
	Kopf 10	10	11	$v = 10{,}5$ mm

Also ist hier wiederum, soweit die Daten ausreichen, keine Vergrößerung des variabeln Fehlers nachweisbar. Die Versuchsserien in den letzten drei Gruppen, wenn sie auch einzeln genommen noch einen breiten Spielraum für den Zufall frei lassen, beweisen jedoch zusammengefaßt (über 500 Einzelversuche) genügend, daß die Bewegung auf die Lokalisationsfeinheit keinen beträchtlichen Einfluß hat.

Dieses Ergebnis nun könnte nicht nur bei denen Widerspruch erregen, welche aus theoretischen Rücksichten die Lokalisationsfähigkeit ausschließlich auf Bewegung begründen möchten; es scheint auch der allgemeinen Erfahrung entgegen zu sein, daß man für alle feineren räumlichen Orientierungen immer Bewegungen zu Hilfe zieht; die Blinden z. B., die so außerordentlich auf Orientierung durch den Tastsinn angewiesen sind, müssen ihre Finger fortwährend in Bewegung erhalten, so daß sich schließlich die bekannten reflexartigen »Tastzuckungen« einstellen[1]).

Aber diese Verfeinerung der Orientierung darf nicht auf die Bewegung als solche, sondern muß vielmehr auf die damit notwendig gegebene Änderung der artikularen Vorstellungskomponente bezogen werden; denn in der Wahrnehmung der Bewegung eines Gliedes ist ja weiter nichts als eine Art Änderung der artikularen Vorstellungskomponente gegeben. Keineswegs aber darf man umgekehrt sagen, daß in artikularen Bestimmungen notwendig Bewegungen gegeben sind; im Gegenteil, gerade in der Lagewahrnehmung können die artikularen Bestimmungen ohne Änderung — also ohne Bewegung — funktionieren; und dann haben sie auch, wie aus diesen Versuchen hervorgeht, nichts mehr durch Bewegung zu gewinnen. Kurz, alle Wirkungen artikularer Bestimmungen auf Bewegung zurückzuführen, heißt so viel, als einen Prozeß mit einer seiner Formen (wenn auch

[1]) Czermak, Sitzungsbericht d. Wiener Akad., 3, Bd. 17, 1855, S. 578.

mit der praktisch wichtigsten) zu vermengen; die Sache liegt genau so, als wenn z. B. Töne als Tonänderungen erklärt werden sollten. Und wenn Bewegung schon mit den artikularen Bestimmungen keineswegs zusammenfällt, so tut sie es natürlich noch viel weniger mit den segmentalen[1]).

2. Schmerz.

a. Lokalisation eines schmerzhaften Reizes.

Bis jetzt waren die Schärfe der reizenden Spitze und die Intensität des Druckes von einer solchen Beschaffenheit gewesen, wie sie dem Beobachter am günstigsten erschienen; nun aber wurden auch Versuche mit so scharfer Spitze und so intensivem Drucke ausgeführt, daß die zu lokalisierende Empfindung höchst schmerzhaft war. Den Beobachtern, welche bereitwillig der Wissenschaft diese Opfer gebracht haben, muß ich hier wieder meine bewundernde Dankbarkeit ausdrücken.

In dieser (19.) Gruppe war es nicht mehr möglich, die zwei zu vergleichenden Methoden hintereinander auf demselben Hautgebiet auszuführen, da nach den Schmerzreihen die Empfindlichkeit des betreffenden Hautgebietes auf längere Zeit sehr herabgesetzt bleibt. Es konnten also nur analoge Teile der beiden Arme miteinander verglichen werden. Der Beobachter wurde zuerst auf dem einen Arme in der Nähe des Ellbogens mit normalen Tastlokalisationen, und dann auf dem andern Arme wieder in der Nähe des Ellbogens mit schmerzhaften Lokalisationen geprüft; hierauf wurden umgekehrt in der Nähe des Handgelenkes des ersten Armes schmerzhafte Lokalisationen, und dann auf demselben Gebiet des zweiten Armes normale Lokalisationen angewandt. In dieser Weise wurde der Einfluß, der etwa in der Reihenfolge oder in einer Differenzierung der Körperhälften liegen könnte, leidlich eliminiert.

Die Ergebnisse sind in folgender Tabelle gegeben; jedesmal lag der konstante Fehler in der normalen Richtung für den betreffenden Arm.

---

[1]) Wie schon gesagt (S. 397), wird hierbei die Frage der ursprünglichen Genese der Raumvorstellung nicht berührt.

Tabelle V (224 Einzelversuche).

Beobachter	Hautstelle	Konstanter Fehler (mm)		Variabler Fehler (mm)	
		Normal	Schmerzhaft	Normal	Schmerzhaft
B.	Ellbogen	84	110	25	17
	Handgelenk	79	87	26	21
M.	Ellbogen	119	120	30	15
	Handgelenk	103	118	19	13
Kr.	Ellbogen	50	52	28	22
	Handgelenk	61	85	26	18

Wenn man entsprechende Werte vergleicht, so sieht man, daß der Schmerz jedesmal den konstanten Fehler vergrößert und den variabeln verkleinert[1]).

Subjektiv fanden B. und M., daß der schmerzhafte Eindruck zuerst viel schärfer als der normale lokalisiert war, bald aber diffus und viel schwerer lokalisierbar wurde; daher zeigten diese Beobachter beim Schmerz die vermeintliche Stelle mit ungewöhnlicher Promptheit und entsprechendem Sicherheitsgefühl an. Kn. dagegen zwang sich, bei schmerzhaften ebenso bedächtig wie bei normalen Reizen zu lokalisieren; daher kommt es wahrscheinlich, daß er beim Schmerz das überlegene Sicherheitsgefühl eingebüßt hatte, obwohl er die objektive Verkleinerung des variabeln Fehlers beibehielt.

Eine schon früher bemerkte Illusion wurde beim Schmerz noch frappanter. Sobald der Stift des Beobachters zur scheinbaren Reizstelle gekommen war, so schien hier jeder Druck des Stiftes auf dem Papier den Schmerz des Reizes außerordentlich zu steigern. Dabei war nicht nur eine mechanische Übertragung des Reizes ausgeschlossen, sondern es lag auch diese scheinbar empfindliche Stelle 52—120 mm (s. Tabelle) von der wirklichen entfernt.

b. Lokalisation bei Schmerz an einer entfernten Körperstelle.

Es sollte in dieser (20.) Gruppe ermittelt werden, ob die oben festgestellte Verkleinerung des konstanten Fehlers zunächst der speziellen Schmerzhaftigkeit des zu lokalisierenden Reizes, oder schon der

[1]) Daß die eine Art Lokalisation 6mal hintereinander größer als die andere ausfiele, wäre durch Zufall offenbar nur in einem Falle von 64 (2^6) zu erwarten.

allgemeinen durch Schmerz überhaupt erzeugten Affizierung des Bewußtseins zuzuschreiben wäre.

Das Verfahren war sehr einfach. Der Beobachter M. nahm in jede Hand ein Streichholz, machte die Augen zu, und suchte nun das eine in die vertikale Verlängerung des andern zu bringen. Bei richtiger Durchführung dieses Versuches greifen die Hände übereinander, und die Streichhölzer haben dabei, je nach der Versuchsperson, einen Abstand von 1—7 cm. Man tut gut, sie nicht ohne weiteres zur (scheinbaren) Deckung zu bringen, sondern sie zuerst langsam zu weit zu führen, bis man sicher glaubt, daß sie aneinander vorbeigegangen seien; dann zieht man sie langsam wieder zurück, bis sie einander ebenso deutlich nicht erreichen; und so führt man sie ein halbes Dutzend mal hin und her, bis man sie genau in die mittlere Stelle maximaler scheinbarer Übereinstimmung zu bringen sich getraut. Je mehr die Aufmerksamkeit auf die Tastempfindungen konzentriert wird, desto sicherer gelingt der Versuch. Man muß sorgfältig vermeiden, daß sich die Hände oder die Streichhölzer berühren; wenn dies doch zufällig geschieht, so muß der Versuch abgebrochen und erst nach mehreren Minuten weitergeführt werden; denn durch solche Berührung wird die Täuschung mit mechanischer Notwendigkeit aufgehoben.

Zuerst mußte M. acht vorbereitende Versuche in der obigen normalen Weise machen, um dabei einen gewissen Grad von Sicherheit zu erreichen. Dann fingen die acht wirklichen Versuche an; von diesen waren der 2., 4., 6. und 8. wieder normal; aber während des 1., 3., 5. und 7. wurde M. am Halse mit einer Nadel stark genug gereizt, um heftigen Schmerz zu empfinden.

Die sich daraus ergebenden Beträge des Abstandes waren 19, 7, 11, 7, 19, 10, 15 und 9 mm. Einen so regelmäßigen Zuwachs der Täuschung beim Schmerz kann man unmöglich dem Zufall zuschreiben[1]).

[1]) Dies ist ein Beispiel der Unzuverlässigkeit einer unmittelbaren Schätzung der Beweiskraft. Denn hier ist die Beweiskraft beim ersten Eindruck gar nicht imponierend; jedenfalls ist sie nicht frappanter als in der letzten Versuchsgruppe, wo die Täuschung beim Schmerz 6mal hintereinander größer war als die entsprechende Täuschung ohne Schmerz. Aber für letztere Übereinstimmung war die Wahrscheinlichkeit $\frac{1}{2^6} = 1/64$: während doch in dieser Gruppe alle vier Täuschungen mit Schmerz größer ausfallen, als die vier ohne Schmerz, wofür die Wahrscheinlichkeit $\frac{1}{5^4} = \frac{1}{625}$ ist, also schon zehnmal weniger.

Mithin muß man schließen, daß der Schmerz nicht durch engen Zusammenhang speziell mit dem zu lokalisierenden Reiz, als vielmehr durch seine allgemeine Affizierung des Bewußtseins die Täuschung zu vergrößern vermag. Die Beobachter hatten durchweg keine Ahnung, daß sie bei begleitendem Schmerz an ganz anderer Stelle lokalisierten als ohne diesen.

3. Spannungsempfindungen.

Zufälligerweise hatte ich entdeckt, daß bei mir das obenerwähnte Übereinandergreifen sofort verschwand, wenn ich die Streichhölzer durch zwei schwerere Bücher ersetzte. (Mit Ausnahme solcher Versuche an mir selbst ist bei allen Beobachtern die strengste Unwissentlichkeit bis zum Schluß der ganzen Untersuchung erstrebt worden.) Diese Erscheinung nachzuprüfen war die Aufgabe der 21. Versuchsgruppe.

Der erste Beobaehter war M., der, wie oben, zuerst acht einübende und dann acht geltende Versuche mit den Streichhölzern ausführte. Von den letzteren waren der 2., 4., 6. und 8. wieder normal; während der andern wurde auf beide Unterarme je ein Gewicht von 4 kg aufgelegt.

Wenn wir das Übereinandergreifen durch das Plus- und das Gegenteil durch das Minuszeichen darstellen, so waren die Ergebnisse $-3+24$, -3, $+7$, -2, $+12$, -7. Die Bestätigung meiner eigenen Beobachtung läßt nichts zu wünschen übrig.

Der nächste Beobachter Kr. wurde zuerst fünfmal normalerweise geprüft, und zeigte dabei Übergriffe von 67, 73, 58, 38 und 51 mm. Dann wurde er unter Anwendung der Gewichte geprüft, worauf die Übergriffe bis auf 7, 24, 21 und 18 mm herabsanken[1]).

Bei U. dagegen und auch bei mir bewirkten diese aufgelegten Gewichte nicht die mindeste Änderung im Grade der Täuschung[2]).

[1]) Da alle fünf Versuche mit Gewichten kleiner ausfallen als alle fünf ohne Gewichte, so ist die Gefahr eines Zufalls erster Ordnung (S. 411) nur $\frac{1}{7^5} = \frac{1}{14707}$, ist also noch viel weniger zu fürchten als bei M. Da aber die Versuche bei Kr. nicht abwechselnd stattfanden, so ist die Gefahr eines Zufalls höherer Ordnung (»systematisch variabeln« Fehlers) noch vorhanden, und die wirkliche Beweiskraft ist viel geringer als in den Versuchen mit M.

[2]) Trotzdem, daß die Täuschung bei mir immer noch verschwindet, sobald ich die Streichhölzer durch die Bücher ersetze.

Die Versuche, die U. und ich vornahmen, waren ebenso entscheidend im negativen, wie bei M. und Kr. im positiven Sinne. Also handelt es sich gewiß nicht um Zufälligkeiten, aber immerhin um Ursachen, die nicht ohne weiteres zutage treten.

4. Einfluß der Beobachtungsweise (besonders der Verteilung der Aufmerksamkeit).

In dieser (22.) Gruppe traf man endlich die Täuschung in ihrem empfindlichsten Punkte. Für mich wenigstens, der ich in den täglichen Erfahrungen der letzten zwölf Monate diese Täuschung die ganze Experimentierstunde hindurch immer so ruhig und standhaft gefunden hatte, war es eine große Überraschung, als sie jetzt plötzlich bei den scheinbar harmlosesten Anlässen die gewaltigsten Sprünge vollzog. Doch auch jetzt sind diese Sprünge niemals aus der im Unterschätzungsgesetz vorgeschriebenen Bahn abgewichen; es haben diese Unterschätzungen vielmehr nur enorm und plötzlich ab- und zugenommen.

Die Methode war wieder Tastlokalisation; aber jetzt ging der Beobachter mit seinem Stift (wie auf S. 419 beschrieben) mehrmals langsam über die scheinbare Stelle zu weit hinaus und dann langsam zu weit zurück, bis er die mittlere Stelle maximaler Übereinstimmung festgestellt hatte; durch diese Stelle ging er dann noch mehrmals in derselben Weise hin und her, aber in einer zur vorigen senkrechten Richtung; die jetzt festgestellte mittlere Stelle maximaler Übereinstimmung wurde als die endgültige Lokalisation registriert. Durch dieses Verfahren glaubte ich zu erreichen, daß der Einfluß der ursprünglichen Ausgangsrichtung eliminiert würde, und daß es nicht mehr nötig wäre, sukzessiv von allen vier Richtungen auszugehen, wie es von der 2. bis zur 19. Versuchsgruppe geschah [1]).

Die ersten Versuche haben an mir selbst stattgefunden. Als Stift gebrauchte ich eine Füllfeder, wodurch ich allemal die scheinbare Reizstelle mit einem Punkte markieren, und nachher mit der wirklichen Stelle vergleichen konnte. Der konstante Fehler hatte eine Größe von 64 (± 5 mm). Dann wiederholte ich die Versuche mit

[1]) Mit dieser Änderung im Verfahren wird natürlich der variable Fehler viel kleiner.

ganz demselben äußeren Verhalten, aber mit der psychischen Änderung, daß ich jetzt den Tastempfindungen in den Händen möglichst wenig Aufmerksamkeit schenkte, daß ich alle Spannungen möglichst schwinden ließ und mich dem Gefühl des »dolce far niente« hingab. Zu meinem eigenen Erstaunen war der konstante Fehler jetzt bis auf 13 (± 3 mm) zusammengeschrumpft.

Ich wiederholte das ganze Experiment und machte diesmal die Augen erst dann auf, wenn ich die beiden verschiedenartigen Versuche, mit konzentrierter bzw. erschlaffter Aufmerksamkeit, durchgeführt hatte; die ersten markierte ich mit der Füllfeder, die letzteren mit einem Bleistift. Subjektiv meinte ich jetzt zu einem dem früheren Resultat entgegengesetzten gekommen zu sein und mit dem Bleistift wie mit der Füllfeder dieselbe Stelle markiert zu haben. Aber als ich die Augen öffnete, da lagen wieder alle Tintenpunkte um ein 67 mm von der Reizstelle abliegendes Zentrum herum, während die Bleipunkte eine andere Gruppe ausmachten, deren Zentrum nur 12 mm von der Reizstelle entfernt war (in beiden Fällen war die Richtung des Fehlers normal). In einer neuen Versuchsreihe ließ ich nicht wie oben die Aufmerksamkeit überhaupt schlaff werden, sondern lenkte sie nur von den Tastempfindungen ab, indem ich Kopfrechnungen ausführte; aber dann blieb auch die Verminderung der Täuschung aus; die Messungen ergaben nämlich 62 bzw. 57 (± 3) mm. Hierauf ließ ich die Aufmerksamkeit völlig erschlaffen, und dann sank der Fehler sofort bis auf 25 mm herab. Schließlich wandte ich die Aufmerksamkeit nicht den Tastempfindungen der gereizten und suchenden Hände, sondern den Spannungsempfindungen der Arme zu; der Fehler ging bis auf 52 mm zurück.

Jetzt war es offenbar Zeit, diese merkwürdigen Ergebnisse durch das unwissentliche Verfahren bei andern Beobachtern, die also unmöglich irgendwie suggestiv beeinflußt sein konnten, nachzuprüfen. Zu diesem Zwecke bot mir zuerst Wi. freundlichst seine Dienste. Mit auf die Hände konzentrierter Aufmerksamkeit war der Fehler 65 (± 4) mm. Dann gab er sich seiner ungezwungenen Phantasie hin; aber der Fehler blieb 68 (± 5) mm. Schließlich bat ich ihn, den Ort des Reizes möglichst sorglos und natürlich anzuzeigen; jetzt schrumpfte der Fehler auf 25 (± 4) mm zusammen.

Dann konnte in ähnlicher Weise mit U. experimentiert werden, der

sich schon mehrmals als besonders frei von systematisch variabeln Fehlern gezeigt hatte (Fig. 8 stellt 72 sukzessive Lokalisationen von ihm dar, wobei die letzten 24 von großen unregelmäßigen Bewegungen des gereizten Armes unterbrochen wurden; ebenso regelmäßig verliefen seine Lokalisationen nachher wieder durch die ganze Stunde der 16. Versuchsgruppe hindurch). Wenn er jetzt die Aufmerksamkeit auf die Tastempfindungen der Hände konzentrierte, betrug die Täuschung 101 (± 3) mm. Dann ließ er die Aufmerksamkeit erschlaffen und versuchte »an nichts zu denken«; der Fehler ging auf 56 (± 3) mm herunter. Dann bat ich ihn, wieder auf den Reiz und den Stift aufmerksam, aber jetzt in »objektiver« Weise, zu achten; er sollte sich nicht um die Tastempfindungen als solche kümmern, sondern sich möglichst »intensiv« die konkreten Objekte, die reizende Spitze und den suchenden Stift, vorstellen; dabei sank der Fehler noch weiter bis auf 40 (± 4) mm. Um entscheidende Kontrollversuche vorzunehmen, sagte ich ihm, er sollte jetzt (wie zu Anfang) auf die Tastempfindungen der Hände achten; hierauf schien er äußerlich nur die vorhergehenden Versuche unverändert fortzusetzen, aber die innere Wandlung war so wirksam, daß der Fehler von 40 bis zu 115 (± 7) mm zurückschnellte!

Diese Wandlung zwischen subjektivem und objektivem Verhalten habe ich dann an mir selbst probiert; im ersten Falle war der Fehler 51 (± 3), im zweiten 5 (± 3) mm. Die psychische Änderung dabei war nicht leicht völlig zu analysieren; auffallend genug war der Übergang von der lebhaften, räumlich diffusen taktilen zur verblaßten, räumlich scharf definierten visuellen Vorstellung; damit aber war die Änderung keineswegs erschöpft. Ich versuchte dann — und fand es möglich —, die Spitze und den Stift zwar wieder visuell, aber ohne die subtileren, meinem Begriffe des »objektiven« Verhaltens entsprechenden Merkmale vorzustellen; darauf sprang der Fehler bis auf 40 (± 3) mm zurück.

Schließlich ist von Kr. eine Serie Lokalisationen ausgeführt worden, wobei er mannigfache Änderungen der Betrachtungsweise durchmachte. Die vorbereitenden Versuche mußten ungewöhnlich ausgedehnt werden; erst dann schien die Tendenz stabil geworden zu sein, als 14 Lokalisationen gemacht worden waren und die Täuschung sich allmählich bis zu der ungewöhnlichen Größe von 153 (± 3) mm

entwickelt hatte. Während dieser Versuche hatte Kr. seine Aufmerksamkeit auf die Tastempfindungen konzentriert. Zunächst sollte er »objektiv« lokalisieren; seine dabei entstehende Vorstellung schien, nach seiner Beschreibung, der meinigen sehr ähnlich gewesen zu sein; aber diesmal blieb jede merkliche Wirkung auf die Lokalisationen aus. Dann bat ich ihn, seinen Vorstellungsverlauf ganz natürlich zu gestalten; aber er sagte, daß dies ihm nur unvollständig gelingen wollte; im Ergebnis blieb der Fehler wieder ungeändert. Hierauf wurde er gebeten, jede Art Spannung aus seinem psychischen Zustande zu entfernen und sich möglichst in das Gefühl des »dolce far niente« einzuspinnen; diese Ermahnung, obwohl sie die Spannungsempfindungen und Gefühle nicht vollständig zu bannen vermochte, hatte ihn doch dem natürlichen, ungezwungenen Seelenzustande etwas näher gebracht; aber wiederum ging der konstante Fehler nicht von der früheren Stelle ab. Zum Schluß gab ich ihm die Freiheit, nicht nur seinen Gedankengang, sondern auch sein äußeres Lokalisationsverfahren ganz natürlich und ungezwungen verlaufen zu lassen; dabei bestand der einzige sichtbare Unterschied darin, daß er jetzt mit dem Stifte in Kreisen statt in geraden Linien hin und her suchte; aber er erklärte, daß zugleich mit dieser äußeren Freiheit auch endlich der innere Vorgang recht ungezwungen wurde; diesen beschrieb er jetzt als »gefühlsartig, ohne Analyse«; und jetzt ging der Fehler von 154 mm mit einem Sprung bis auf 69 ($\pm$ 4) mm herunter. Die ganze allmähliche Entwicklung dieser enormen Täuschung, und ebenso ihr schließlicher Zusammensturz, beschränkte sich durchweg auf eine Hin- und Herbewegung in der durch Fig. 7 und 8 angedeuteten kreisbogenartigen Bahn.

In dieser ganzen Versuchsgruppe also hat die Täuschung eine außerordentliche Empfindlichkeit, besonders im Kontrast zu ihrem früheren sehr standhaften Verhalten, zutage gelegt. Für jeden Beobachter allein betrachtet, zeigen diese Beeinflussungen den denkbar regelmäßigsten Verlauf. Zwischen verschiedenen Beobachtern findet man zwar hier und da Widersprüche, nicht nur bei solchen vieldeutigen Anweisungen wie »objektiv vorzustellen«, sondern auch bei dem eindeutigen physikalischen Eingriff mit den Gewichten; im ganzen jedoch ist schon beim ersten Blick eine weitgehende allgemeine Analogie der Erscheinungen nicht zu verkennen; der Versuch einer

näheren Erklärung kann erst im folgenden V. Teil dieses Aufsatzes vorgenommen werden.

Einen Nebenpunkt können wir jedoch gleich jetzt erledigen. Wie wir gesehen haben, hat gerade die Konzentrierung der Aufmerksamkeit immer die gröbste Täuschung hervorgebracht; dabei aber hat sie im Gegenteil die subjektive Sicherheit jedesmal erhöht. Hat sich nun die erste schädliche, oder die zweite fördernde Wirkung auf die Lokalisationsfeinheit erstreckt? Die Antwort spricht folgende Tabelle aus:

Tabelle VI.

Beobachter	Konstanter Fehler		Variabler Fehler	
	Konzentration	Erschlaffung	Konzentration	Erschlaffung
S.	68	19	12	10
Wi.	66	25	10	9
Kr.	154	69	8	8
U.	106	64	13	11
Durchschnitt	96	44	11	10

Also scheint auch die Lokalisationsfeinheit eher einen Nachteil als einen Vorteil von der konzentrierten Aufmerksamkeit zu haben. Doch ist der Unterschied (durchschnittlich 1 mm) nicht nur äußerst gering im Vergleich mit dem der Täuschungen, sondern auch, zunächst wenigstens, überhaupt nur als zufällig zu betrachten, da schon der bloße wahrscheinliche Unterschied 1,4 mm beträgt (n = 106).

5. Die Lokalisation der Blinden.

Die 23. und letzte Versuchsgruppe bezog sich auf Beobachter, welche von Geburt an total blind gewesen waren[1]). Das Verfahren war dem mit den Sehenden ganz gleich, nur brauchte man weniger Vorsichtsmaßregeln, um vollständig unwissentlich verfahren zu können. Der Arm des Beobachters wurde auf einen Tisch in der in Fig. 8 gezeigten Stellung gelegt; darüber kam ein Apparat wie in Fig. 17, nur viel größer und mit vier Füßen ausgestattet; dann wurde die Spitze durch einen kleinen Druck auf den Draht in Berührung mit

[1]) Die Möglichkeit der Ausführung verdanke ich der großen Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. Krause, des Direktors der Bienerschen Blindenanstalt zu Leipzig.

dem Handrücken des Beobachters gebracht. Alle Beobachter machten 16 Einzellokalisationen, von denen aber, wie gewöhnlich, die ersten 8 als vorbereitend betrachtet wurden.

Die Ergebnisse zeigten ausnahmslos eine Täuschung in genau derselben Richtung wie bei den Sehenden, nur meistens von viel kleinerem Umfang. Auch waren die variabeln Fehler merklich kleiner.

Tabelle VII.

Beobachter	Geschlecht	Alter	Entwicklung d. takt. Sinnes, nach Urteil d. Direktors	Fehler (in mm)	
				konstant	variabel
M. W.	M	14	Sehr feiner Tastsinn. Intelligenz gut.	20	6
I. S.	W	29	Feiner Tastsinn. Arbeitet als Bürstenmacherin.	30	10
R. B.	W	15	Feiner Tastsinn. Intelligenz normal.	33	8
M. K.	W	28	Nur mittelmäßig beanlagt, sowohl geistig, wie in bezug auf die Feinheit des Tastsinnes.	59	15
K. W.	M	14	Tastsinn viel weniger entwickelt als bei den andern, wahrscheinlich weil sie noch nicht so lange i. d. Anstalt ist.	77	9

In vorstehender Tabelle sind die Beobachter in der von Herrn Dr. Krause angegebenen Ordnung der Entwicklung des Tastsinnes gereiht. Diese Ordnung entspricht, wie man sieht, genau der des konstanten, und einigermaßen der des variabeln Fehlers; numerisch sind diese Korrelationen durch 1,00 bzw. 0,39 dargestellt; da aber schon die wahrscheinliche Abweichung 0,29 beträgt [1]), so hat selbst die erstere Korrelation eine nur mäßige Beweiskraft.

[1]) Für die Rechnungsmethode der Ordnungskorrelation und der wahrscheinlichen Abweichung, siehe Anhang III; die Bravais-Pearsonsche Formel für die wahrscheinliche Abweichung — die hier hauptsächlich in Betracht kommt — ist auf solche kleine Serien selbst für die rohesten Berechnungen nicht anwendbar.

V. Teil. Erklärungsversuch.

1. Der negative Grund der artikularen Täuschung.

Im dritten Teile konnte das Unterschätzungsgesetz nur faktisch konstatiert werden; im vierten Teile dagegen ist es uns geglückt, verschiedene Bedingungen aufzufinden, von denen sich die Unterschätzung in hohem Grade abhängig zeigte; hierdurch erlangen wir ein reiches Material, welches uns endlich zu Erklärungsversuchen berechtigt und auffordert.

Aus der Zahl der sich zunächst darbietenden möglichen Gründe der Täuschung scheinen nur Bewegung oder Spannung oder eine Kombination von beiden ernstlich in Betracht zu kommen. Sehr zugunsten einer Bewegungshypothese spricht die unmittelbare Beobachtung, daß bei Blicklokalisation die Täuschung jedesmal sofort bis auf einen kleinen Bruchteil herabsinkt, wenn man das betreffende Glied bewegt (S. 459—460); auch bei Tastlokalisation mußten wir zu dem Schlusse kommen, daß die Täuschung sehr viel mehr vom ruhigen gereizten als vom bewegten suchenden Arm herrühre (S. 437). Man könnte sich danach vielleicht denken, daß die größeren Exkursionen des Gliedes sich durch größere Intensität der Gelenkerregungen oder, was noch wahrscheinlicher ist, der Spannungsempfindungen kennzeichnen; in der Ruhe schwäche sich dann diese Intensität ab, und dadurch werde die Exkursion unterschätzt. Speziell für eine Spannungshypothese spricht die Beobachtung, daß die Täuschung verschwinden kann, sobald man Spannungsempfindungen künstlich durch Gewichte hervorbringt (S. 468—469); selbst die Wirkungen des Schmerzes (S. 465—468) lassen sich ohne großen Zwang den damit verbundenen Spannungsempfindungen und Gefühlen zuschreiben.

Aber all diesen Hypothesen wird durch zwei Momente entschieden widersprochen. Erstens sieht man, daß die Täuschung durch Bewegung zwar sehr vermindert, aber nie ganz aufgehoben wird; noch weniger schlägt sie jemals dadurch in die entgegengesetzte Richtung um. Zweitens sind noch manche andere ebenso einflußreiche Momente hervorgetreten, die weder durch Bewegung, noch durch Spannung, noch, wie ich finde, durch irgendeinen andern, allen gemeinsamen Bestandteil zu erklären sind. Wenn z. B. die Täuschung

dadurch beinahe verschwindet, daß man die Aufmerksamkeit erschlaffen läßt (S. 469—472), so ist keine neue Bewegung hinzugetreten, während die Spannungen sogar beträchtlich abgenommen haben. Wenn wir also nicht schon jetzt auf jede einheitliche Erklärung verzichten wollen — wozu wir noch keineswegs gedrängt sind —, so bleibt zunächst der Ausweg, daß wir statt eines positiven einen negativen Grund der Täuschung suchen.

Hier müssen wir ganz kurz das Wesen einer normalen Lokalisationstäuschung überhaupt kennzeichnen. Keineswegs sind wir imstande, wie sich der naive Mensch denkt, die Lage einer sensorischen Erregung durch unmittelbare absolute Erkenntnis wahrzunehmen; die Vorstellung des umgebenden Raumes auf der einen Seite und auf der andern das System der Tasterregungen, welches tatsächlich zur räumlichen Orientierung dient, sind weit davon entfernt, aus innerer Notwendigkeit miteinander verwoben zu sein; vielmehr weisen sie eigentlich grundverschiedene Charaktere auf; erst im Laufe eines vermutlich langen Entwicklungsprozesses haben diese Tastempfindungen sich der Raumvorstellung dadurch angepaßt, daß sie deren »schlechthiniger« Dreidimensionalität ihr künstlich zusammengeordnetes Polarkoordinatensystem entgegenbrachten. Wenn sich nun in diese allgemeine Anpassung irgendwelche Anomalien nicht ganz genau hineinfügen wollen, was muß geschehen? Solange die Diskrepanz unter selten vorkommenden und also praktisch unbedeutenden Bedingungen eintritt, wird sie wahrscheinlich fortbestehen, und eventuell als »Täuschung« zutage treten. Sobald aber die Diskrepanz das alltägliche Leben zu stören anfängt, wird ihr unausbleiblich durch einen zentralen kompensatorischen Vorstellungsfaktor abgeholfen werden.

Sowenig sich nun in der Tat alle die verschiedenen die Täuschung vergrößernden Versuchsbedingungen durch irgendein positives Merkmal vereinigen lassen, so stimmen sie darin völlig miteinander überein, daß sie allemal die weniger gewöhnlichen und natürlichen waren. Alle Beobachter sagten einhellig aus, daß die Ruhe während der Lokalisation viel weniger natürlich als die Bewegung wäre; nur eine einzige Ausnahme ist uns aufgestoßen, welche darin bestand, daß bei Lokalisationen auf dem Oberarm die Beobachter es natürlicher fanden, nur den andern suchenden Arm zu bewegen; und gerade hier, das einzige Mal während der gesamten Versuche, hat die Bewegung die Täuschung nicht herabgesetzt; eher hat sie dieselbe

sogar vergrößert (S. 461). Ebenso ist die subjektive Auffassungsweise der Wahrnehmung als psychischen Zustandes wenig natürlich im Gegensatze zur objektiven Auffassung des Gegebenen als eines objektiv Existierenden; und die Vorherrschaft der Tastelemente der Vorstellungen weniger natürlich als die der sehr verblaßten visuellen Elemente, oder dessen, was die Beobachter als »abstrakte Vorstellung« bezeichneten. Vor allem aber kommt in Betracht: die zu der experimentellen Lokalisation erforderte intensive Inanspruchnahme der Aufmerksamkeit, — die noch erhöht wird, wenn auch gleichzeitig einer Ablenkung derselben durch Schmerz gewehrt werden muß. Nicht nur widersprach die Richtung der Anfmerksamkeit den gewöhnlichen Lebensbedingungen, sondern ihre intensive Konzentrierung besitzt die ganz spezifische Eigenschaft, alle nicht direkt aufgefaßten Bewußtseinsfaktoren zu verdrängen. Einen zentralen kompensatorischen Vorstellungsfaktor wird aber die Aufmerksamkeit schwerlich für sich auffassen können; sie wird daher (wenn nicht andere Bedingungen dem entgegenwirken) ihn zu verdrängen streben; dadurch wird aber die ursprüngliche Anomalie wieder entfesselt, und die artikulare Täuschung ins Leben gerufen.

2. Die Verdrängung durch die Aufmerksamkeit.

Die positive Begründung einer täuschenden ursprünglichen Anomalie, wie sie hier verlangt wird, muß auf Abschnitt 3 verschoben werden, da es ratsamer scheint, jetzt gleich unsere Besprechung des Problems der Verdrängung durch die Aufmerksamkeit zu erledigen.

Seit Menschengedenken wird man wohl gelegentlich bemerkt haben, daß das Hervorheben eines Bestandteils des Bewußtseins zum Zurückdrängen eines andern Bestandteiles führen kann. Und schon Mitte des 18. Jahrhunderts hat Charles de Bonnet[1]) sogar auf experimentellem Wege nachweisen wollen, daß die Aufmerksamkeit einen bestimmten meßbaren Umfang besitze. Die neuere streng wissenschaftliche Schule der experimentellen Psychologie hat die in Frage stehenden Erscheinungen mit wirksameren methodischen Hilfsmitteln bearbeitet[2]); und seitdem treten die Gesetzmäßigkeiten der Aufmerk-

[1]) Essai de Psychologie, Kap. 38, S. 132.

[2]) Vgl. Dietze, Phil. Stud., Bd. 2; Cattell, Phil. Stud., Bd. 3, und die sehr eingehende Erörterung von Wirth, Phil. Stud., Bd. 20, S. 487.

samkeitsfunktion immer deutlicher in ihrer universalen Wichtigkeit hervor[1]). Darin nun, daß die Aufmerksamkeit alle die Bewußtseinsfaktoren verdrängt, die nicht direkt von ihr aufgefaßt werden, scheint mir nicht nur die negative Erklärung des Unterschätzungsgesetzes, sondern auch die positive Erklärung der erstaunlichen scheinbaren Verkleinerung der Körperglieder zu liegen (wie sie auf S. 448 beschrieben ist, vgl. Fig. 15 und 16); denn auch diese Erscheinung vermochte nur dann einzutreten, wenn man die Aufmerksamkeit stark auf die Reizempfindung konzentrierte. Und auch sonst sind die Phänomene hier und bei der Verdrängung des kompensatorischen artikularen Faktors, so verschieden sie auch äußerlich erscheinen mögen, doch innerlich vollkommen analog; denn die scheinbare Länge eines Gliedes ist (wie wir sahen, S. 401—402) weiter nichts als eine der Teilbestimmungen, welche in die Lokalisation konstituierend eingehen, während der obige kompensatorische Faktor nur eine andere Teilbestimmung ist, die nachträglich hinzukommt. Wenn die letztere sich überall mit der größten Leichtigkeit verdrängen läßt, so darf man sich nicht wundern, daß zuweilen bei besonders zwingendem Anlaß auch die erstere weichen muß.

Wir müssen uns nun daran erinnern, daß diese Verkleinerung keineswegs etwas völlig Neues darbietet; schon längst ist eine sehr ähnliche Erscheinung als Folge chirurgischer Amputation bekannt; eine fehlende Hand z. B. vermag zuweilen immer noch durch eine taktile Vorstellung vorgetäuscht zu werden, aber dabei kann diese ganz nahe an der Schulter erscheinen[2]). Die herkömmliche, von Guéniot aufgestellte Erklärung basiert auf dem Mangel an Empfindungen zwischen der Hand und der Schulter; und diese Erklärung läßt sich scheinbar auch auf unseren experimentellen Fall

---

[1]) Die speziell nachteilige Wirkung konzentrierter Aufmerksamkeit ist mehrfach besonders hervorgehoben worden; vgl. Jastrow, American J. Psych., 4, 1892, S. 219; Drew, ebenda, 1895, S. 533; Hamblin, ebenda, 8, 1896, S. 3; Angell und Harwood, ebenda, 11, 1899, S. 67; Lewy, Zeitschr. f. Psychologie, 8, 1895, S. 259; Raymond und Janet, Névroses et Idées fixes, 1895, 1, S. 94—105; Krueger, Phil. Stud., 16, 1900, S. 596—97; Külpe, Bericht ü. d. I. Kongreß f. exp. Psych,, S. 61.

[2]) Vgl. Guéniot, Journal d. Physiologie de l'Homme et des Animaux. Bd. 4, 1861, S. 416 ff.; Weir Mitschell, Injuries of Nerves and their consequences, 1874; Pitres, Annales médicopsychologiques, 1897, S. 5 und 177.

übertragen, wo Arm und Hand vollkommen gesund sind, denn obwohl hier die Zwischenempfindungen nicht geschädigt sind, so könnte man doch denken, daß eben diese es sind, welche durch die Aufmerksamkeit auf die anderweitigen Reizempfindungen momentan verdrängt werden. Nach dieser Erklärung wären dann unsere segmentalen Teilbestimmungen nichts als die zwischen den Gelenken liegenden Hautempfindungen. Obwohl aber zwischen beiden ein entwicklungsgeschichtlicher Zusammenhang unzweifelhaft bestanden hat, so scheint doch deren gegenwärtige Identifizierung im Widerspruche mit den Tatsachen zu sein; denn wir haben schon früher gefunden, daß die Lokalzeichen der Hautempfindungen durch pathologische Vorgänge aufgehoben werden können, ohne daß darunter die Lokalisationsfähigkeit merklich leidet; ferner lehrte in unserm experimentellen Falle die Selbstbeobachtung, daß die Zwischenempfindungen tatsächlich nicht verdrängt wurden; und schließlich hat Volkmann[1]) längst nachgewiesen, daß der Ausfall der Empfindungen am blinden Fleck der Retina doch keine Verkleinerung der vorgestellten Ausdehnung hervorbringt[2]). Deshalb muß ich die auf S. 402 (und bei früheren Gelegenheiten) geäußerte Meinung noch festhalten, daß die Länge eines Gliedes und andere solche segmentale Teilbestimmungen der Lokalisation heutzutage nicht mehr auf unmittelbaren peripheren Erfahrungen, sondern vielmehr auf zentralen Einregistrierungen beruhen. Sowenig die Guéniotsche Hypothese unseren Beobachtungen entspricht, so wenig ist sie mit genaueren Beobachtungen selbst der Amputationserscheinungen zu vereinigen; denn während hier die Zwischenempfindungen dauernd ausgeschaltet bleiben, kann die scheinbare Entfernung der (wirklich verlorenen) Hand ab- und zunehmen und zuweilen einer ganz normalen Lokalisation Platz machen; und Pitres hat gezeigt, daß auch ein elektrischer Strom, der durch den Amputationsstumpf geht, die normale scheinbare Ausdehnung wiederherzustellen imstande ist. Mit unsern Auseinandersetzungen dagegen sind diese Amputationserscheinungen im besten Einklange; denn wir sahen, daß bei jeder Wiederholung der Blicklokalisation die Täuschungen weniger wirksam werden; und wenn in dieser Weise

[1]) Physiolog. Untersuchungen, 1835, Sec. 3.

[2]) Die entgegengesetzte Angabe von Wittich entbehrt aller Begründung; Arch. f. Ophthalmologie, 9 (3), S. 9.

die Teilbestimmungen sich durch Übung befestigen lassen, so werden sie umgekehrt nach Amputation sich ebensosehr durch den gänzlichen Fortfall der Übung abzuschwächen geneigt sein; auch ist es wohl verständlich, daß sie unter dem starken elektrischen Reiz momentan wieder aufflackern können.

Beide Arten der Verdrängung durch die Aufmerksamkeit, sowohl die segmentale wie auch die artikulare, bieten das (wie ich glaube) neue und merkwürdige Phänomen, daß sie keine einfache Verdunkelung oder unregelmäßige Störung, sondern ganz bestimmte, positive und sehr lehrreiche Umgestaltungen hervorbringen. Die Vorstellung der Lage eines Tastreizes von mittlerer Intensität, wenn man die Lage an sich betrachtet und von allen begleitenden Erscheinungen abstrahiert, ist eins der homogensten und einfachsten Bewußtseinselemente, die man überhaupt besitzt. Unbegreiflich wäre es dann, daß in der Lagevorstellung speziell ein Stück der Entfernung vom Gelenke, bzw. von der häufigsten Gliedstellung, ausfallen sollte, wenn man nicht bedenkt, daß die Lagevorstellung sich gerade aus solchen Teilbestimmungen ursprünglich zusammengesetzt und integriert haben muß (vgl. S. 401—402).

3. Der positive Grund aller Lokalisationstäuschungen.

Wir kommen jetzt auf das Unterschätzungsgesetz zurück. Die verschiedenen Momente, welche nach Teil V die Täuschung zu vergrößern vermögen, haben sich als geeignet gezeigt, keinesfalls eine Täuschung positiv zu schaffen, sondern nur den sonst unausbleiblichen kompensatorischen Faktor zu verdrängen und dadurch irgendeine schon latent vorhandene Täuschung ins Leben zu rufen. Diese als beeinflussend entdeckten Momente können uns daher nicht weiter helfen, aber auch nicht weiter binden; ohne jede Rücksicht auf sie können wir jetzt ganz frei auf eigenen Pfaden nach der positiv täuschenden Anomalie suchen.

Vor allem kann man nunmehr das »zentripetale Gesetz« (S. 426) mit dem »Unterschätzungsgesetz« in Beziehung bringen, da ja alle beide die Tendenz aufweisen, neu auftretende Lagewahrnehmungen gegen die Mitte der vorangegangenen hin zu lokalisieren. Der Hauptunterschied liegt darin, daß das erste Gesetz segmentale, das zweite dagegen artikulare Teilbestimmungen betrifft; aber wir haben schon

gesehen, daß diese zwei Grundfaktoren doch ursprünglich[1]) einander äquivalent gewesen sein müssen; nur um der Dreidimensionalität der Raumvorstellung zu entsprechen, haben sich die Tastempfindungen in der Haut, bzw. den Gelenken, zu den zwei Arten von Polarkoordinaten ausgebildet.

Der zweite, aus dem ersten abgeleitete Unterschied liegt darin, daß die segmentalen Bestimmungen sich auf deutliche Hautempfindungen gründen, welche dann feste Unterlagen für die Kompensationsfaktoren liefern dürften, während die artikularen Bestimmungen dagegen nicht im Bewußtsein aufzufinden sind (S. 402) und also den Kompensationsfaktoren keine festen Anhaltspunkte darzubieten vermögen. Dementsprechend haben wir auch tatsächlich beobachtet, daß ohne besondere Veranlassung keine segmentalen Täuschungen auftreten; im allgemeinen haben sie sich schon längst gründlich korrigiert, und jetzt sind sie nur durch zahlreiche neue, speziell dazu geeignete Lokalisationsversuche zu erzeugen; während die artikularen Täuschungen immer noch von allen früheren Lebenserfahrungen her latent fortdauern und beim kleinsten Anlaß wieder zum Vorschein kommen. Dann aber dürfen wir auch umgekehrt erwarten, daß die greifbaren, sinnlicheren, segmentalen Bestimmungen, wenn sie schließlich einmal als täuschend hervorgetreten sind, sich ebenso schwer wieder korrigieren lassen; und auch dies haben wir tatsächlich konstatiert (S. 425). Im Grunde also sind das zentripetale Gesetz und das Unterschätzungsgesetz nur natürliche entwicklungsgeschichtliche Modifikationen eines und desselben Phänomens.

Jetzt wollen wir versuchen, dieses Phänomen mit den auf S. 408 angeführten Ergebnissen der früheren Forscher in Beziehung zu bringen. Von diesen hat sich die von Henri beobachtete Tendenz, den Arm zu niedrig vorzustellen, schon sofort dem Unterschätzungsgesetz subsumiert (S. 458). Und demselben Gesetz subsumiert sich ebenso leicht die von Henri bei der Blicklokalisation beobachtete Tendenz, die Richtung nach dem Körper zu zu bevorzugen; denn seine Beobachter sollten die vermeintliche Reizstelle »vertikal fixieren«; dies ist aber nur mittels einer sehr starken

[1]) d. h. ursprünglich in bezug auf die Entstehung der Lokalisationsfähigkeit in einem gegliederten Körper, keineswegs in bezug auf die Entstehung der Raumvorstellung überhaupt.

Beugung des Kopfgelenkes möglich, und eine Unterschätzung dieser Beugung muß offenbar die scheinbare Reizstelle zu nahe an den Körper verlegen. Das dritte Ergebnis war die Beobachtung von Kramer und Moskiewicz, daß der eine Arm, wenn er zum andern symmetrisch gestellt werden sollte, immer zu einer bequemeren Stellung neigte. Aber man konstatiert die scheinbare Stellung eines Armes ebensowohl dadurch, daß man sie mit dem andern Arm nachahmt (wie K. und M. tun), als auch dadurch, daß man direkt auf den scheinbaren Ort hinzeigt (wie wir es getan haben); nur im ersten Falle müssen die Täuschungen der zwei Arme einander entgegenwirken, im zweiten Falle sich jedoch annähernd summieren; dieser Unterschied aber fällt wenig ins Gewicht, da wir gesehen haben, daß die Täuschung des suchenden Armes verhältnismäßig sehr gering ist (S. 437). Eigentlich also lautet das Ergebnis von Kramer und Moskiewicz dahin, daß die scheinbare Stellung von der wirklichen Stellung immer nach einer mittleren Lage zu abweicht; es ist genau wieder unsere Unterschätzungserscheinung. Endlich kommen wir zur Mitteilung von Pearce, daß die Lokalisation eines Reizes von einem gleichzeitigen Nebenreiz sozusagen angezogen wird. Aber diese Gleichzeitigkeit läßt sich sehr wohl als wiederholte rasche Aufeinanderfolge auffassen; dann unterscheidet sich die Pearcesche Attraktion von unserem Zentripetalismus nur durch eine kleinere zeitliche Präzedenz des beeinflussenden Reizes; dieses Zeitintervall dürfte überhaupt nur eine Nebensache sein, da es schon bei unsern Versuchen von einer Minute bis zu einer Stunde und in den artikularen Täuschungen bis zu noch weit größeren Zeiträumen variieren konnte, ohne die Täuschung aufzuheben; also ist das Ergebnis von Pearce dem unsrigen ganz analog.

Auch von Sachs und Meller[1]) erfuhren wir neulich, daß, wenn der Kopf oder der Körper um die sagittale Achse geneigt wird, diese Neigung immer unterschätzt wird; solche Unterschätzung — von den Verfassern als »eine Anpassung an die abnorme Körperstellung« erklärt — ist doch, wie wir gesehen haben, keineswegs auf Körperstellungen beschränkt, die sich als abnorm bezeichnen lassen. Ferner wurde uns vor einigen Wochen von Bárány[2]) folgendes mitgeteilt:

[1]) Zeitschrift f. Psychologie, Bd. 31, 1893, S. 89—109.
[2]) Zeitschrift f. Psychologie, Bd. 38, 1895, S. 34—50.

Auf der Stirne des Beobachters wurden, mittels eines um eine horizontale Achse drehbaren Apparates, Striche gezogen; der Beobachter hatte die Aufgabe, zu beurteilen, ob das untere Ende des Striches senkrecht, rechts, oder links zielte. Wenn der Experimentator z. B., mit links geneigten Strichen beginnend, die Striche sich strahlenförmig aneinanderreihen ließ, so daß sie an Linksneigung allmählich abnahmen, dann senkrecht und schließlich rechts geneigt wurden, so machte der Beobachter zunächst L.-Angaben, um dann an einer Stelle 1—2 V.-Angaben zu machen, an die sich dann R.-Angaben anschlossen; ging er nun denselben Weg zurück, so traten natürlich zuerst R.-Angaben auf, dann folgten wieder 1—2 V.-Angaben und dann L.-Angaben; aber an der Stelle, wo auf dem ersten Hinwege V.-Angaben gemacht wurden, fanden sich nun fast immer R.-Angaben, und die V.-Angaben des Rückweges lagen über den L.-Angaben des ersten Hinweges. Vom Verfasser wird diese Erscheinung dadurch erklärt, daß die Aufmerksamkeit des Beobachters gewöhnlich »auf das an den aufeinander folgenden Empfindungen Gleichbleibende gerichtet ist«; bei den wenigen Ausnahmen dagegen soll die Aufmerksamkeit »auf das an den Empfindungen sich Ändernde gerichtet« worden sein. Da nun der Verfasser offen zugibt, daß weder er noch seine Beobachter die geringste Spur von solchen Änderungen der Aufmerksamkeitsrichtung subjektiv zu bemerken vermochten, und da die Erscheinung sich ohne weiteres unserer »segmentalen Täuschung« (S. 426) subsumiert, so dürfte wohl die letztere Erklärung den Vorzug haben. Auf diese Weise stellt sich schließlich heraus, daß alle früheren Ergebnisse mit den unsrigen und ebenfalls, sowenig man es auch erkannt haben mag, miteinander identisch sind; sämtliche bisher beobachteten Lokalisationstäuschungen, äußerlich von bunter Verschiedenheit, bieten innerlich nur ein einziges Phänomen dar[1]).

Es fragt sich nun, ob dieses Phänomen sich nicht auch in anders gearteten räumlichen Erscheinungen bemerkbar machen dürfte. In der Tat haben wir schon gesehen, daß es von Pearce auch bei visuellen und akustischen Orientierungen konstatiert werden konnte. Und

[1]) Mit Ausnahme der auf S. 448 beschriebenen scheinbaren Verkleinerung des Armes.

schon im Jahre 1862 teilt Wundt[1]) nicht nur das Phänomen, sondern auch die einzige annehmbare Erklärung mit: »Als ein weiterer bemerkenswerter Umstand gehört hierher, daß ein unmittelbar vorangegangener Eindruck auf den ihm nachfolgenden von Einfluß ist. So z. B. wird immer, wenn man auf einen Eindruck mit weiterer Zirkelöffnung einen solchen mit engerer Zirkelöffnung folgen läßt, die letztere Entfernung größer geschätzt als unter gewöhnlichen Verhältnissen; und das Entgegengesetzte findet statt, wenn umgekehrt der engeren die weitere Zirkelöffnung nachfolgt; hier wird die größere Entfernung kleiner geschätzt als gewöhnlich. Jede vorangegangene Vorstellung strebt also die ihr unmittelbar nachfolgende in ihrem Sinne zu ändern.«

In einer wesensähnlichen Bedeutung hat später auch Müller-Lyer[2]) den Kontrasttäuschungen seine »Konflexionstäuschungen« entgegengesetzt und mit einem vortrefflichen Beispiel belegen können[3]). Derselbe Gedanke taucht auch in den von Th. Lipps[4]) behaupteten »Ausgleichungstendenzen« auf. Noch distinkter wird das Phänomen unter dem Ausdruck »assoziative Angleichung« von Wundt[5]) wieder dargestellt, und mit einem neuen überzeugenden Beispiel bekräftigt. Und nichts als diese »Angleichung« (wie wir es weiterhin nennen wollen) scheint den gemeinsamen mehr oder weniger deutlichen Kern für die mannigfachen Erklärungen der speziell als »Müller-Lyersche« gekannten Täuschung zu bilden; eigentlich bleibt nur noch zu entscheiden, ob sich nun die Angleichung auf Retina-, Augenmuskel- oder Gefühlsmotive bezieht. Von demselben Standpunkt aus lassen sich, meiner Meinung nach, auch noch viele andere selbst unter den bestrittensten

---

[1]) Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmungen, S. 43. Die Hervorhebungen im Druck sind von mir eingeführt.

[2]) Arch. f. Anatomie und Physologie, physiol. Abt., Suppl. 1889, S. 265.

[3]) Er zeigte, daß eine Linie, die zwischen zwei andern zu ihr parallelen liegt, größer oder kleiner erscheint, je nachdem die letzteren größer oder kleiner als die erstere sind.

[4]) Zeitschr. f. Psych., Bd. 12, 1896, S. 51. Unter anderen schreibt er: »Tritt zu einer einmal gegebenen Richtung eine andere hinzu, so erscheint die erstere im Sinne der letzteren abgelenkt«.

[5]) Abhandl. der sächs. Ges. d. Wiss., M.-P. Klasse Bd. 24, 1898, S. 138—141. Ein Segment erscheint größer oder kleiner, je nachdem es zwischen zwei größere oder zwei kleinere Segmente gestellt wird. Nur muß der Größenunterschied gering sein, sonst schlägt das Phänomen ins Gegenteil, den Kontrast, um.

Täuschungen am ungezwungensten erklären; darauf hoffe ich in einer späteren Arbeit zurückzukommen.

Aber auch mit dem ganzen Gebiet der Raumvorstellungen ist die Herrschaft der Angleichung keineswegs zu Ende: nicht minder scheint sie im Gebiet der Zeitvorstellungen zu dominieren. Schon Mach[1]) fand im Jahre 1865, daß zwei Zeitintervalle, auch wenn sie bei den ersten Versuchen deutlich verschieden waren, bei Wiederholungen sich doch allmählich annähern und schließlich ganz gleich erscheinen; diese Beobachtung ist später von Schumann[2]) bestätigt worden. Noch deutlicher tritt die Angleichung in einigen Versuchen von Nichols[3]) hervor; seine Beobachter sollten zuerst nach sechs Schlägen eines Zeitapparates und dann weiter ohne solche, aber in möglichst gleichen Intervallen, taktieren; es stellte sich heraus, daß diese Reproduktion des Taktmaßes auffallend beeinflußt wurde, wenn die Beobachter vor dem ganzen Versuch einige Schläge in einem andern Tempo gehört hatten; denn wenn diese früheren Schläge rascher oder langsamer als die im Versuche selbst gewesen waren, so zeigte die Reproduktion der letzteren bald eine unwillkürliche Annäherung an das Tempo der ersteren.

Aber nicht nur in extensiven, sondern auch in qualitativen Erscheinungen spielt die Angleichung eine bedeutende Rolle. Im Gebiete der Farben z. B. hat sich wohl gelegentlich jeder Psycholog über die sinnliche Lebhaftigkeit gewundert, mit der sich der blinde Fleck seiner Umgebung angleicht. In ähnlicher Weise nimmt man eine große gleichgefärbte Fläche derart wahr, als ob der ganze physiologische Eindruck dem in der fovea centralis gleich wäre, was bekanntlich bei weitem nicht der Fall ist.

Analoge Fälle sind auch auf akustischem Gebiete nachgewiesen worden. Gelegentlich seiner Beobachtungen an Zweiklängen fand Krueger z. B. folgendes: Ungewöhnlich hohe Teiltöne werden gern zu tief, ungewöhnlich tiefe zu hoch geschätzt. Ferner werden ungewöhnliche Intervalle mit sinnlicher Lebhaftigkeit bekannten musikalischen Tongestalten angeähnelt; und zwar sind musikalisch geübte Beobachter hierzu mehr geneigt als unmusikalische, wie sie in ihrer

[1]) Berichte d. kais. Akad. zu Wien. M.-N. Klasse, Ab. 2.
[2]) Zeitschrift f. Psychologie, Bd. 4; 1893, S. 4.
[3]) American J. Psych., Bd. 6, 1894, S. 63—79.

ganzen akustischen Auffassung mehr als diese von erfahrungsmäßig erworbenen Einheiten und Formen beherrscht werden. In akustischen Komplexen endlich werden die Schwebungen, Rauhigkeit und ähnliche Merkmale, die tatsächlich an einem oder wenigen Teilen des simultanen Ganzen haften, in der Regel, und gerade von den geübteren Beobachtern, auch auf andere Teile des Komplexes oder des Klangganges übertragen. Diese Erscheinungen werden auch von Krueger als »Angleichungen« bezeichnet[1]).

Wenn wir jetzt davon absehen müssen, dasselbe Phänomen auch in den höheren Gebieten, sowohl auf der intellektuellen wie auch auf der gemütlichen Seite des Seelenlebens, weiter zu verfolgen, so geschieht dies nicht aus Mangel an Material, sondern wegen allzu großen Überflusses an solchem. Denn die Angleichung scheint mir ein ebenso allgemeiner und dabei vielleicht einheitlicher Vorgang wie ihr vielgenanntes Gegenstück, der Kontrast, zu sein. Bereits von Beneke[2]) ist, wenn auch in einer jetzt etwas befremdenden Terminologie, der Sachverhalt treffend genug geahnt worden: »Alle Entwicklungen unseres Seins sind in jedem Augenblicke unseres Lebens bestrebt, die in ihnen beweglich gegebenen Elemente gegeneinander auszugleichen«.

Heutzutage ist man viel tiefer in die Gesetze der »Assimilation« eingedrungen[3]); durch dieses Wort drückt man bekanntlich aus, daß nicht ganze früher erlebte Vorstellungen, sondern nur deren Elemente in spätere (mit den früheren assoziierte) Vorstellungen verlegt werden.

Den speziellen Fall der Angleichung unter den Assimilationen möchte ich nun dahin präzisieren, daß hier die früheren reproduzierten und die späteren reproduzierenden Vorstellungselemente gleichartig (z. B. bei Lagenvorstellungen) sind; dann kann kein eigentlicher Zuwachs, sondern nur Anähnlichung stattfinden; die neue Vorstellung nähert sich der früheren an.

Physiologisch ist das Assimilationsphänomen so zu denken, daß jeder elementare Vorgang in den Nervenzentren eine erhöhte Disposition zur Wiederholung dieses Vorganges zurückläßt, und daß dabei

[1]) Phil. Stud. 16 (1900) S. 340, 604 ff.; 17 (1901) S. 241; auch Arch. f. d. ges. Psychol. 1 u. 2.

[2]) Lehrbuch d. Psychologie als Naturwissenschaft, 1845, S. 25.

[3]) Wundt, Physiologische Psychologie [5], 1903, Bd. 3, S. 528 ff.

diese Wiederholung die Tendenz hat, auch auf die andern damals begleitenden elementaren Vorgänge hinüberzugreifen. In einer Angleichung nun sind die reproduzierten und die neuen Elementarvorgänge derart miteinander verwandt, daß sie in ein einheitliches Resultat ausmünden; dann können die reproduzierten Vorgänge nicht mehr selbständig zur Geltung kommen, sondern nur eine Erleichterung des neuen Gesamtvorgangs nebst Verschiebung seines Schwerpunktes nach dem früheren Vorgange hin bewirken; in dieser Weise entsteht physiologisch — zwischen Übung und »Mitübung« mitteninne stehend — eine Ablenkung (die sich dann psychologisch als »Angleichung« darstellt)[1].

VI. Teil. Hauptergebnisse.

1. Die räumlichen Orientierungen gliedern sich in drei Fundamentalklassen, die vielleicht am bequemsten als »Raum«-, »Orts«- und »Lagewahrnehmung« zu bezeichnen sind und die sukzessive Entwicklungsstufen darstellen. Die herkömmlichen Lokalisationsversuche, aus den ursprünglichen Arbeiten von Volkmann und Weber herübergenommen, beruhen auf komplexen Kombinationen dieser drei Klassen; deshalb sind sie mehrdeutig und unzweckmäßig. (Die folgenden Hauptergebnisse 2 bis 6 beziehen sich auf die reine Lagewahrnehmung.)

2. Jede Lagewahrnehmung gründet sich auf eine ganze Kette von Teilbestimmungen; einige davon dienen zur Orientierung innerhalb der zwischen den Gelenken liegenden Körpergebiete (sie sind von mir als »segmental« bezeichnet worden), die andern sind eine Funktion der Gelenkwinkel (und sind »artikular« genannt worden); sie alle wirken im Sinne eines Polarkoordinatensystems zusammen.

3. Die segmentalen Teilbestimmungen bewirken die Täuschung, daß mehrere auf verschiedenen Stellen eines Gliedes nacheinander

[1] Im gegenwärtigen Aufsatz haben wir ausschließlich die Einheitlichkeit des Angleichungsphänomens betonen können. Seine Verschiedenheiten, z. B. die mögliche Trennung der psychologischen von den rein physiologischen Erscheinungen, mußten der weiteren Untersuchung überlassen werden.

vollzogene Lokalisationen die Tendenz haben, das gemeinsame Zentrum zu bevorzugen. (Der Kürze halber ist dieses regelmäßig auftretende Phänomen als das zentripetale Gesetz bezeichnet worden.)

4. Auch jede artikulare Teilbestimmung erzeugt eine Täuschung, und zwar derart, daß die Abweichung vom häufigsten Gelenkwinkel unterschätzt wird. Meistens ist diese allgemeine Täuschung durch einen zentralen kompensatorischen Vorstellungsfaktor mehr oder weniger vollständig ausgeglichen; letzterer aber wird durch Konzentration der Aufmerksamkeit verdrängt, und dann kann die Täuschung eine Größe von mehr als 15 cm (Mittelwert für eine Person) erlangen. (Dieses, wie es scheint, ausnahmlos vorkommende Phänomen ist als »Unterschätzungsgesetz« bezeichnet worden.)

5. Durch Konzentration der Aufmerksamkeit können nicht nur dieser kompensatorische Faktor, sondern auch einige der ursprünglich konstituierenden segmentalen Teilbestimmungen (vgl. Hauptergebnis 2) gehemmt werden; auf solche Weise kann das Glied eine scheinbare Verkürzung bis um 40 cm (Mittelwert für eine Person) erleiden, welche der bekannten nach Amputation entstehenden Verkleinerung vollkommen analog ist. Konzentration der Aufmerksamkeit hat die besonders leicht irreführende Wirkung, daß sie solche Vorstellungsfaktoren verdrängt, die nicht für sich auffaßbar sind.

6. Die Bewegung des Gliedes kann die Unterschätzungstäuschung sehr herabsetzen, sonst aber die Lokalisationsfeinheit nicht erhöhen.

7. Die zentripetale und die unterschätzende, sowie auch sämtliche andern bisher entdeckten Lokalisationstäuschungen sind im Grunde ein und derselbe Vorgang. Dieser stellt eine sehr wichtige und eigenartige Assoziationserscheinung dar, die man treffend als »Angleichung« bezeichnet hat; sie beherrscht nicht nur die Lokalisationsvorgänge, sondern auch das ganze Gebiet der Raum- sowie der Zeitvorstellungen; außer in die extensiven Erscheinungen greift sie auch in die qualitativen ein; selbst in den höchsten geistigen Tätigkeiten scheint sie nicht minder bedeutungsvoll als ihr vielgenanntes Gegenstück, der Kontrast, zu sein.

I. Anhang.

Ein »Brown-Séquardscher« Fall.

Die Ansichten, welche in der Einleitung entwickelt worden sind, stützen sich vielfach auf eine pathologische Untersuchung, die ich in der Leipziger Nervenklinik — dank der liebenswürdigen Erlaubnis des Direktors, Herrn Geheimrats Prof. P. Flechsig — ausgeführt habe. Um sehr lange Anmerkungen zu vermeiden, gebe ich die hier hauptsächlich in Betracht kommenden Momente an (der vollständige Bericht ist im British Journal of Psychology, Juni 1905, erschienen).

Der Patient S. wurde vor vielen Jahren in den Rücken gestochen, woselbst die abgebrochene Spitze der Waffe unbemerkt verblieb. Im Laufe der Zeit hat sich dann diese Spitze ein wenig verschoben, so daß sie schließlich einen Druck auf die linke Seite des Rückenmarks, in der Höhe des sechsten Brustwirbels, ausübte; daraufhin erkrankte S. mit den bei solchen halbseitigen Beschädigungen des Rückenmarks gewöhnlichen »Brown-Séquardschen« Symptomen: am linken Beine waren nämlich die motorischen Fähigkeiten, am rechten die Tastempfindungen stark beeinträchtigt. Es wurden dann ausgedehnte Versuche (3800 Einzelmessungen) von mir angestellt, um an verschiedenen Teilen seines Körpers die Schwelle für Tasteindrücke, die Lokalisationsfähigkeit und die Schwelle für Bewegungsempfindungen festzustellen.

Es ergab sich, daß die Lagewahrnehmung vom linken Knie nach unten zu so gut wie vernichtet war, während sie sonst nirgends eine erhebliche Störung zeigte; in genau demselben Zustand befanden sich die Bewegungsempfindungen, da diese an dem linken Knie und allen darunter liegenden Gelenken fast aufgehoben waren, während sie am linken Hüftgelenke und am ganzen rechten Beine normale Werte aufwiesen. Die Ortswahrnehmung dagegen legte einen durchaus verschiedenen, vielmehr mit der Beschädigung des Hautsinnes zusammenfallenden Verlauf zutage: sie hatte also hauptsächlich am andern Beine gelitten.

Aus der sehr scharfen Trennungslinie zwischen den in bezug auf Lagewahrnehmung beschädigten und den gesunden Körperteilen entsteht eine große Wahrscheinlichkeit, daß die Lagewahrnehmung haupt-

sächlich von einem einzigen physiologischen Organ abhängt. Und diese Wahrscheinlichkeit wird beinahe zur Gewißheit dadurch, daß dieselbe scharfe Abgrenzung der Symptome nicht nur bei Läsionen des Rückenmarks, sondern auch bei solchen der Hirnrinde häufig vorkommen[1]). Denn hätten mehrere Organe (Gelenkfläche, Muskeln, Sehnen, Haut usw.) eine selbständige Fähigkeit zur Orientierung über die Gelenkwinkel, so könnten sie nicht insgesamt von kleinen Läsionen an beliebiger Stelle der Leitungsbahn paralysiert werden, sondern die Abschwächung des Orientierungsvermögens müßte nur sehr partiell sein; daß die Läsionen wirklich klein waren, wird durch die zeitweise außerordentlich kleine Ausdehnung der trotzdem sehr intensiven Symptome genügend bezeugt.

Und wenn das Hilfsmittel zur Orientierung über die Gelenkwinkel überhaupt als einheitlich postuliert werden muß, so ist es erst recht unmöglich, zwei verschiedene Hilfsmittel für die Lage- bzw. die Bewegungswahrnehmung anzunehmen; denn die Beschädigungen dieser beiden Fähigkeiten zeigen nicht nur im Falle von S., sondern auch überall sonst einen genau parallelen Verlauf. Aber dann läßt sich dieses Hilfsmittel schwerlich mit irgendwelchen bemerkbaren Bewegungsempfindungen identifizieren; denn sobald ein Gelenk in einer Lage ruht, so verschwinden eben diese Empfindungen[2]); ferner sind diese Bewegungsempfindungen äußerst gleichförmig[3]), so daß sie kaum zwanzig unterscheidbare Stufen darbieten dürften, während doch, um alle noch unterscheidbaren Winkel zu bestimmen, z. B. das Schulter-

---

[1]) Siehe Dana, Journal of Nervous and Mental Diseases, 1894; Wernicke, Arbeiten a. d. psychiat. Klinik in Breslau, Heft II; Starr, Psych. Review, Bd. II; Frenkel, Neurolog. Zentralblatt, 1897, S. 688 und 734.

[2]) Diese Beobachtung war es, welche Goldscheider zur oben bestrittenen Hypothese drang, daß die Orientierung über den Gelenkwinkel während einer Bewegung zwar von der Gelenkfläche, aber während der Ruhe von der Haut und den Sehnen besorgt wird. Dieser vermeintlichen Fähigkeit der Haut ist nicht nur durch die obigen Betrachtungen, sondern in direkter Weise durch meine Beobachtungen an S. widersprochen worden; es konnte nämlich sowohl die Bewegungs- wie auch die Lagewahrnehmung eines Gelenkes aufgehoben sein, obgleich die Sensibilität der umgebenden Haut ziemlich intakt war.

[3]) Sehr oft werden die eigentlichen Bewegungsempfindungen (im Sinne von Goldscheider) mit ganz andern von der Haut herrührenden taktilen Empfindungen verwechselt.

gelenk etwa 200 000 Stufen, oder 300 mal so viel wie zwischen tiefstem Schwarz und blendendem Weiß, besitzen müßte.

Eine andere Erscheinung bei S., worauf in der Einleitung hingewiesen wird, bestand in dem merkwürdigen Verhalten seiner Symptome unter dem Einfluß der Ermüdung. Es wurde ihm nämalle 2—3 Tage gegönnt, einige Minuten hin und her zu spazieren. In bezug auf den Ortssinn (welchen ich nach der bekannten visuellen Methode von Volkmann prüfte) wurde dabei nie die geringste Änderung herbeigeführt; die Schwellen blieben nach wie vor $^1/_3$- bis 2 mal (je nach dem Gliedabschnitt) größer als die des durchschnittlichen Menschen. Aber auf den Raumsinn, welcher sonst bei S. ganz normal war, zeigte sich die Wirkung des kleinen Spazierganges so mächtig, daß nunmehr keine zwei simultanen Eindrücke irgendwo auf demselben Abschnitt eines Beines als zwei erkannt werden konnten.

II. Anhang.

Formel zum Eliminieren des Beobachtungsfehlers.

Zuerst erinnere ich an die Formel für den Bravaisschen Korrelationskoeffizienten, welche sich vielleicht am bequemsten in der folgenden Weise darstellen läßt:

$$r = \frac{Sxy}{\sqrt{Sx^2 \cdot Sy^2}}$$

wo x (bzw. y) = der Abweichung irgendeines beobachteten Merkmals vom durchschnittlichen Werte aller Merkmale derselben Klasse, zu der x gehört (bzw. y); xy = dem Produkt von irgendeinem x mit dem zusammengehörenden y; Sxy = der Summe solcher Produkte für alle in Betracht gezogenen Fälle; Sx^2 (bzw. Sy^2) = der Summe der Quadrate für alle Werte von x (bzw. y); und r = dem verlangten Korrelationskoeffizienten zwischen den Klassen x und y.

Um nun den Beobachtungsfehler zu eliminieren[1]), muß man mindestens zwei voneinander unabhängige Beobachtungsserien für jede

[1]) Dieses Verfahren ist von mir ausführlicher im American Journ. Psych., S. 89 bis 92 angegeben worden.

der beiden wahren Serien x und y besitzen. Dann benutzt man folgende Gleichung:

$$r'_{xy} = \frac{r_{xy}}{\sqrt{r_{xx} \cdot r_{yy}}}$$

wo r_{xy} = dem durchschnittlichen Wert der Korrelationen der Beobachtungsserien für x mit denen für y,

r_{xx} (bzw. r_{yy}) = dem (eventuell durchschnittlichen) Wert der Korrelation zwischen den verschiedenen Beobachtungsserien für dieselbe wahre Serie x (bzw. y),

und r'_{xy} = dem verlangten korrigierten Korrelationskoeffizienten der wahren Serie x mit der wahren Serie y.

In unserem Falle läßt sich die wahre Serie x als die durchschnittlichen Lokalisationen von unendlich vielen Beobachtern bei jeder der betreffenden Entfernungen der Reize vom Ellenbogen denken. Dafür bekommt man leicht die erforderlichen zwei Beobachtungsserien, indem man die vorhandenen Beobachter in zwei beliebigen Gruppen verteilt; dann liefert jede Gruppe offenbar eine unabhängige Beobachtungsserie für dieselbe wahre Serie x. Die wahre Serie y wird hier durch die wirklichen Entfernungen der Reize vom Ellbogen repräsentiert, wofür man beliebig viele Beobachtungsserien anstellen kann; aber in solchen bloß physikalischen Messungen sind die Beobachtungsfehler im allgemeinen zu gering, um den Korrelationskoeffizienten merklich herabzusetzen, und deshalb dürfen sie wohl in der Praxis vernachlässigt werden (was bei den meisten psychologischen Messungen gar nicht der Fall ist).

III. Anhang.

Korrelation zwischen Ordnungsserien.

Um die Korrelation zwischen zwei Serien von fortlaufenden Ordnungszahlen in der einfachsten Weise zu berechnen, habe ich folgende Formel benutzt[1]):

---

[1]) Sie ist von mir ausführlicher im American Journal of Psychology, S. 86—88, beschrieben worden.

$$R = 1 - D \frac{3}{n^2 - 1},$$

wo D die Summe der Differenzen zwischen je zwei zusammenhängenden Ordnungszahlen, und R den verlangten Korrelationskoeffizienten darstellt. Im gegenwärtigen Falle haben wir also

Beobachter	Ordnung in bezug auf			Differenzen zwischen	
	a Entwicklung des Tastsinnes nach Urteil des Direktors	b konstanten Lokalisationsfehler	c variabeln Lokalisationsfehler	a und b	a und c
M. W.	1	1	1	0	0
I. S.	2	2	4	0	2
R. B.	3	3	2	0	1
M. K.	4	4	5	0	1
K. W.	5	5	3	0	2
				$D = 0$	$D = 6$

Danach ist $R_{ab} = 1 - 0 \frac{3}{5^2 - 1} = 1,$

$$R_{ac} = 1 - 6 \frac{3}{5^2 - 1} = 0{,}25.$$

Die wahrscheinliche Abweichung dagegen ist mit genügender Annäherung $= \frac{0{,}4}{\sqrt{n}}$, also hier $= \frac{0{,}4}{\sqrt{5}} = 0{,}18.$

Um nun diesen Koeffizienten R in den gewöhnlicheren r zu überführen, hat man die Beziehung $r = \sin\left(\frac{n}{2} R\right)$; dadurch ändern sich obige Werte von 0,25 bzw. 0,15 nunmehr zu den Werten 0,39 bzw. 0,29. Diese Beziehung habe ich an einhundertundelf von mir nach beiden Weisen ausgerechneten psychologischen Korrelationen bestätigen können, mit einer durchschnittlichen Diskrepanz, die weniger als ein Drittel der durchschnittlichen wahrscheinlichen Abweichung betrug. (Durch diese Konstanz der Beziehung zwischen zwei auf verschiedenen Potenzen der individuellen Differenzen beruhenden Koeffizienten wird bewiesen, daß solche psychologische Korrelationen sich einer einzigen Gestalt nähern, deshalb dürfen sie in einer für die meisten Zwecke genügenden Weise durch einen einzigen Koeffizienten dargestellt werden.)

Kleine Mitteilungen.

Die dioptrischen Metamorphopsien und ihre Ausgleichung.

Mit einer Figur im Text.

Im zweiten Bande meiner Grundzüge der physiologischen Psychologie (5. Aufl. S. 514) habe ich der »dioptrischen Metamorphopsien« gedacht und die allmähliche Ausgleichung dieser Sehstörungen bei Fortdauer ihrer optischen Bedingungen als eine Erscheinung angeführt, die mit der nativistischen Annahme einer angeborenen, unveränderlich an die einzelnen Netzhautpunkte gebundenen Lokalisation unvereinbar sei. Dagegen könne sie sehr wohl aus der Theorie der komplexen Lokalzeichen abgeleitet werden, nach der sie als eine Anpassung der qualitativen lokalen Färbungen der Netzhautempfindung an die neuen Bedingungen des Sehens angesehen werden müsse. Diese Ausgleichserscheinungen der dioptrischen Metamorphopsien, die man leicht willkürlich durch das Tragen einer prismatischen Brille hervorrufen kann, scheinen mir in der Tat deshalb instruktiver und beweisender zu sein als die der pathologischen, durch partielle Netzhauterhebungen entstandenen, weil es bei den letzteren in der Regel ungewiß bleibt, inwieweit die Lokalisationsstörung durch das Zurückkehren der Netzhautteile in ihre normale Lage oder aber gleichfalls durch eine Anpassung an die neuen Bedingungen verursacht ist. Auch bereitet in vielen Fällen die Erblindung der erkrankten Stellen der weiteren Beobachtung ein jähes Ende. Bei den künstlich erzeugten prismatischen Bildverzerrungen dagegen ist selbstverständlich eine Lageänderung der Netzhautelemente ausgeschlossen, und sie sind Experimente am normalen Sehorgan, die nicht durch andere begleitende Änderungen der Empfindung kompliziert werden. Die Versuche können daher nötigenfalls wiederholt oder, nachdem die Verzerrung durch die Gewöhnung an das prismatische Sehen aufgehoben ist, in umgekehrter Richtung ausgeführt werden, da, wenn man die Brille plötzlich hinwegläßt, nach der interessanten Beobachtung von O. Schwarz während einiger Zeit eine Verzerrung von entgegengesetzter Beschaffenheit eintritt.

In der vor kurzem erschienenen zweiten, durch mehrere dankenswerte kritische Erörterungen erweiterten Auflage seiner »Psychologischen Studien« (Leipzig, 1905) hat nun Th. Lipps in dem ersten, den »Raum als Gesichtswahrnehmung« behandelnden Aufsatze auch die dioptrischen Metamorphopsien besprochen. Obgleich die Bemerkungen von Lipps über

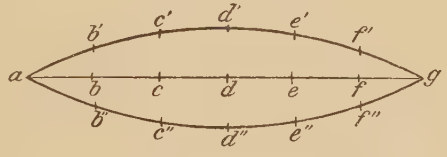
diesen Gegenstand nur einen Teil seiner Ausführungen über das Problem des räumlichen Sehens bilden, so glaube ich doch hier zunächst von dem sonstigen Inhalt seiner Abhandlung absehen und mich auf die Frage der Metamorphopsien beschränken zu dürfen, da diese von den »geometrisch-optischen Täuschungen« und den sonst in der angegebenen Schrift behandelten Erscheinungen relativ unabhängig ist, und da es sich bei ihr um eine ziemlich einfache und zugleich um eine nach meiner Meinung entscheidende Beobachtung handelt.

Lipps meint nun: wenn die Augenbewegungrn das verzerrte Bild korrigieren sollten, so müßten sie sich über dieses gerade so bewegen, »als ob an der Stelle des verzerrten das unverzerrte, als das normale oder der Wirklichkeit entsprechende Bild sich befände. Oder vielmehr, da der Augenbewegungstheorie zufolge Augenbewegungen nicht nur einen sekundären oder korrigierenden Einfluß haben, sondern die Ausmessungen im Sehfeld bestimmen, so würde unter dieser Voraussetzung das verzerrte Bild für den Vertreter dieser Theorie überhaupt gar nicht entstehen können« (S. 41). Ich kann diese letzteren Worte vollständig unterschreiben. Für den Vertreter einer einseitigen »Augenbewegungstheorie« würde die Entstehung dieser und anderer Metamorphopsien vollständig unerklärlich sein. Denn wenn die Ordnung der Punkte des Sehfeldes ausschließlich von den Augenbewegungen ausginge, so würden irgendwelche Dislokationen der Netzhautelemente oder Bildverzerrungen, bei denen, soviel sich beobachten läßt, die Augenbewegungen im ganzen ungestört bleiben, keinen Einfluß auf die Lokalisation im Sehfelde ausüben können. Eben deshalb sind in der Tat die zunächst allerdings allein berücksichtigten pathologischen Metamorphopsien von den Ophthalmologen mit Recht als ein entscheidender Beweis gegen die »Augenbewegungstheorie« angesehen worden. Aber Lipps hätte nicht versäumen sollen zu bemerken, daß, ebenso wie diese Erscheinungen die einseitige Bewegungstheorie widerlegen, so umgekehrt die Ausgleichung der Sehstörungen, die bei den dioptrischen Metamorphopsien so eklatant und frei von allen die Sache zweifelhaft machenden Komplikationen auftritt, jede Theorie unmöglich machen, die den Netzhautempfindungen allein die Funktion der räumlichen Ordnung zuweist. Darum eben verlegt die Theorie der »komplexen Lokalzeichen« weder in die Augenbewegungen allein, wie Lipps annimmt, noch aber auch in die Netzhautempfindungen allein diese Funktion der Ordnung der Lichteindrücke, sondern in das Zusammenwirken beider, wie das schon von dem allgemeinen Gesichtspunkte aus eigentlich als das Natürliche und Nächstliegende scheint, daß das Auge optischer Apparat und Bewegungsapparat zugleich ist. Wenn der imponierende Eindruck des Netzhautbildchens die alte Physiologie zunächst veranlaßt hatte anzunehmen, mit der räumlichen Beschaffenheit des Netzhautbildes sei der Wahrnehmungsvorgang abgetan, so war das vielleicht eine verzeihliche Einseitigkeit, weil die Bewegungsgesetze des Auges damals noch wenig beachtet worden waren. Als später die Bedeutung der letzteren für das Sehen eine gewisse Aufmerksamkeit erregte, da war es dann wiederum einigermaßen begreiflich, daß nun manche Physiologen in das entgegengesetzte Extrem verfielen und alles aus den Bewegungen und den sie begleitenden Empfindungen

ableiten wollten. Ich glaube, das Experiment mit der prismatischen Bildverzerrung und ihrer Ausgleichung besitzt den Vorzug, die Unzulänglichkeit beider Theorien einleuchtend darzutun und zu beweisen, daß das, was eigentlich von vornherein als das Wahrscheinlichste hätte angesehen werden sollen, auch in Wirklichkeit zutrifft: die räumliche Gesichtswahrnehmung ist das Produkt beider Faktoren. Das Netzhautbild kann nur insofern eine relative und vorübergehende Selbständigkeit behaupten, als es die durch das Zusammenwirken der Netzhautempfindungen mit dem Bewegungsmechanismus entstandenen Raumbeziehungen auch für das ruhende Auge und bei einer zeitweiligen Störung der Konkordanz dieser Faktoren festhält. Daß aber dauernd eine solche Störung nicht bestehen kann, sondern eine Ausgleichung fordert, die schließlich unter günstigen Bedingungen wirklich zustande kommt, das zeigt sich deutlich an dem subjektiven Verschwinden der prismatischen Bildverzerrungen trotz ihrer fortdauernden objektiven Ursachen. Dagegen bin ich keineswegs der Meinung, daß diese Ausgleichung lediglich der »korrigierenden Wirkung der Augenbewegungen« zu verdanken sei. Vielmehr setzt die Theorie der komplexen Lokalzeichen ja gerade voraus, daß zu einem ungestörten Vollzug der Sehfunktionen das normale Zusammenwirken der beiden Faktoren, der Netzhautempfindungen mit ihren qualitativen Lokalzeichen und der Augenbewegungen, erforderlich ist. Die funktionelle Metamorphose, durch die bei Störungen dieses Zusammenwirkens eine Restitution der Funktionen vermittelt wird, kann aber in diesem wie in allen andern ähnlichen Fällen nur dem gestörten, nicht dem normalen Faktor zur Last fallen. Ist infolge eines akut entstandenen Herzfehlers die Zufuhr sauerstoffhaltigen Blutes zu den Geweben unzureichend geworden, so schränken nicht die Gewebe ihre Bedürfnisse ein, sondern das Herz erfährt eine durch die gestörte Aktion selbst bewirkte kompensatorische Verdickung seiner Muskelwände, die durch die verstärkte Kraft des Herzens das Gleichgewicht zwischen Zufuhr und Bedarf wiederherstellt. In ähnlichem Sinne werden wir voraussetzen dürfen, daß bei den Bildverzerrungen die funktionelle Bedeutung der lokalen Netzhautempfindungen eine allmähliche Funktionsänderung erfährt, die ein normales Zusammenwirken von Netzhautbild und Augenbewegungen wieder möglich macht, während der Innervationsmechanismus der letzteren unverändert bleiben kann.

Die umstehende Figur mag die Eigentümlichkeit der hier stattfindenden Störung und ihrer Ausgleichung etwas näher zu fixieren suchen. Es bezeichne ag eine geradlinige horizontale Bewegungsrichtung des Auges, und die Punkte $bcde\ldots$ mögen die ihr entsprechenden fixen Lokalzeichen der Netzhaut andeuten. Nun besteht ein wesentliches Moment des ungestörten Zusammenwirkens beider Faktoren des komplexen Lokalzeichensystems darin, daß bei der Bewegung von a nach g die entsprechenden Lokalzeichen $bcde\ldots$ kollineare Verschiebungen erfahren, d. h. daß Teile des Bildes, die in einem bestimmten Stadium der Bewegung in der Geraden ag liegen, auch in jedem andern Stadium darin bleiben. Gesetzt dann, es trete eine Bildverzerrung ein, infolge deren die bis dahin mit der Bewegungsrichtung ag zusammenfallende objektive Gerade im Netzhautbild zu einer Bogenlinie wird, die den Lokalzeichen $b'\ c'\ d'\ e'\ \ldots$

entspricht, so wird als geradlinig in der Richtung der Augenbewegung *a g* liegend ein Netzhautbild aufgefaßt werden, das symmetrisch in entgegengesetzter Richtung gekrümmt ist, und die diesem inversen Netzhautbild entsprechenden Lokalzeichen *b″ c″ d″ e″* . . . werden der geradlinigen Augenbewegung *a g* zugeordnet sein. Hier ist aber, solange die Lokalzeichen ihre ursprüngliche Raumfunktion beibehalten, eine kollineare Verschiebung der einzelnen Linienstrecken während der Bewegung nicht mehr möglich, sondern die Punkte der scheinbaren Geraden müssen, während sie sich auf der Netzhaut verschieben, zugleich fortwährende scheinbare Drehungen erfahren. Ich glaube hierauf wesentlich die eigentümliche Unruhe des Bildes beziehen zu dürfen, die man beim ersten Anlegen einer Prismenbrille beobachtet, und durch die sie das Auge ungewöhnlich angreift. Diese Störung kann nun allein dadurch ausgeglichen werden, daß die der geradlinigen Bewegungsrichtung *a g* neu zugeordneten Lokalzeichen *b″ c″ d″* . . . allmählich auch jene kollineare Verschiebung bei geradliniger Bewegung sich aneignen, welche die Lokalzeichen *b c d* . . . besaßen, an deren Stelle sie getreten sind. Damit haben sie aber überhaupt die räumlichen Funktionen dieser übernommen, und die Bildverzerrung ist ausgeglichen. Es verhält sich also durchaus nicht so, daß die Augenbewegung »die Ausmessungen im Sehfeld bestimmt«, sondern Augenbewegung und Netzhautbild bestimmen sich wechselseitig, wobei das letztere natürlich nur durch die seinen Elementen anhaftenden lokalen Empfindungsqualitäten wirksam werden kann.



Ich kann nicht finden, daß diese Auffassung der Ausgleichungsvorgänge mit den sonstigen Erscheinungen des Sehens im Widerspruch steht. Anderseits aber glaube ich, daß jene Vorgänge ebensowenig vom Standpunkt der reinen Augenbewegungstheorie wie von dem der nativistischen oder der festen Lokalzeichentheorie aus begreiflich sind. Wenn Lipps diesen Sachverhalt verkennt, so hat dies, wie ich glaube, darin seinen Grund, daß er die Theorie der »komplexen Lokalzeichen« mit der »Augenbewegungstheorie« zusammenwirft, ein Mißverständnis, daß sich auch noch in andern Teilen seiner im übrigen wieder durch manche anregende Bemerkungen ausgezeichneten Arbeit zu erkennen gibt[1]).

W. Wundt.

---

[1]) Ich darf wohl bei dieser Gelegenheit darauf hinweisen, daß ich schon in meiner frühesten Veröffentlichung über den Gegenstand die Raumwahrnehmung als das Produkt einer Synthese oder Verschmelzung von qualitativen Lokalzeichen der Netzhaut und von intensiv abgestuften Bewegungsempfindungen betrachtet habe (Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung, 1862, S. 145 f. bes. 164 ff.). Es ist daher irrig, wenn A. Tschermak im neuesten Bande der »Physiologischen Ergebnisse« (IV. Jahrg., Abt. I. u. II., S. 558) berichtet, ich sei früher ein Anhänger der reinen Augenbewegungstheorie gewesen und erst später zu der Annahme qualitativer neben den intensiv abgesteckten Lokalzeichen fortgeschritten. Nur der Name »komplexe Lokalzeichen« ist neu, nicht die Sache.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.